RASAYANA-SUTRA

BEING

A TREATISE ON ELEMENTARY PHYSICS AND CHEMISTRY

IN BENGALI,

CONTAINING A FULL COURSE IN PHYSICS AND CHEMISTRY

FOR

VERNACULAR MEDICAL SCHOOLS

IN BENGAL.

BY

Asst. Surgn. CHUNI LAL BOSE, M.B.,

Fellow of the Chemical Society, London,
Additional Chemical Examiner to the Government of Bengal,
Assistant Professor of Chemistry, Medical College, Calcutta,
Teacher of Chemistry, Campbell Medical School, Sealdah,
Lecturer on Practical Chemistry, Calcutta Medical School,
Author of "FALITA-RASAYANA."

PART I.

রসায়ন-সূত্র।

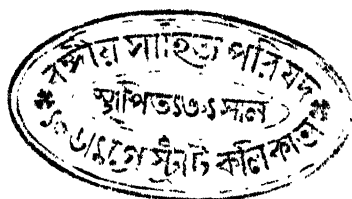
বাঙ্গালা মেডিক্যাল্ স্কুল সমূহের ছাত্রগণের শিক্ষার্থ শিক্ষা-বিভাগের ডিরেক্টর্ মহোদয় কর্ত্তৃক নির্ব্বাচিত রসায়ন ও পদার্থ-বিজ্ঞান-মূলক পাঠ্য বিষয় এই পুস্তকে সন্নিবেশিত হইয়াছে।

শ্রীচুনিলাল বসু, এম্, বি, এফ্, সি, এস্,

দ্বারা প্রণীত।

প্রথম ভাগ।

1897.

To

Surgn. Major JAMES BARRY GIBBONS, M.B.,

SUPERINTENDENT

OF THE

CAMPBELL MEDICAL SCHOOL, SEALDAH,

AND

PROFESSOR OF MEDICAL JURISPRUDENCE

IN THE

CALCUTTA MEDICAL COLLEGE,

THIS LITTLE VOLUME

IS INSCRIBED

AS A MARK OF RESPECT

And in Grateful acknowledgment of

MANY ACTS OF KINDNESS

TO HIS OLD PUPIL

The Author.

PREFACE.

Last year when lecturing to the students of the Campbell Medical School, Sealdah, I noticed that the want of a comprehensive Bengali text book treating of all the subjects constituting the Course in Physics and Chemistry as prescribed by the Director of Public Instruction for Vernacular Medical Schools in Bengal was strongly felt by the students.

This book is intended to supply the want. It embodies my *Lecture Notes* delivered to the students of the Campbell Medical School during the Session 1896-97 and contains, in addition to the subjects laid down in the Course, short notices on various matters connected with Heat, Electricity and Chemistry which it is necessary for all medical students to know.

The book is divided into two parts. The first part treats of *Heat, Electricity* and the *Non-metals* which form the Course for the First year. The second part deals with the *Metals* and the principal *Organic Compounds* selected from the British Pharmacopœia which constitute the Course for the Second year. A brief description of the composition of *Urine* and *Calculi*, with a short sketch of the methods employed in their examinatoin, has also been inserted into the second part of the book. A few of the Pharmacopœial preparations such as those of *Iodine, Phosphorus* and others have however been included in the first part of the work in order to make the subject of Non-metals complete.

I have tried my best to render the language of the book as simple, lucid and devoid of technicalities as possible; and I

have also endeavoured to make the subjects entertaining and interesting by the introduction of a large variety of experiments which I trust will help the students in their study of the subject. Many of the more important experiments have been illustrated by wood-cuts.

With a view to maintain an uniformity in the technical expressions of Chemistry, I have thought it proper to keep intact the English names of the Elements and their Compounds ; for the same reason, no departure has been made in this book in the expression of Chemical Symbols and Formulæ from that adopted all over the Scientific World. This will save students from unlearning what they have already learnt from the Vernacular work on Chemistry when they begin to study English books on the subject.

I have to express my thanks to Baboo Kalidhan Chandra, Artist in the Geological Survey Department, for having sketched the diagrams; and to Babu Bama Charan Sinha, Assistant in the Government Telegraph Department, for much help in the preparation of the book.

Calcutta Medical College,
1st November, 1897. } C. L. Bose.

সূচী-পত্র।

উপক্রমণিকা।

প্রথম অধ্যায়।

পদার্থ-বিজ্ঞান (PHYSICS)

প্রথম পরিচ্ছেদ।

তাপ (Heat)

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

তাড়িত (Electricity)

দ্বিতীয় অধ্যায়।

রসায়ন-বিজ্ঞান (CHEMISTRY)

—০—

প্রথম পরিচ্ছেদ।

মূল ও যৌগিক পদার্থ (Elements and Compounds.)

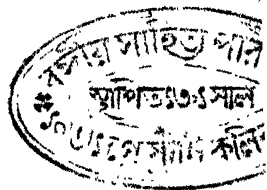
দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

জল (Water, Hydrogen Monoxide)

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

হাইড্রোজেন্ (Hydrogen)

রসায়ন-সূত্র।

উপক্রমণিকা।

চিকিৎসা-শাস্ত্রের সহিত রসায়ন-বিজ্ঞানের সম্বন্ধবিষয়ে দুই একটী কথা।

রসায়ন-বিজ্ঞান চিকিৎসা-শাস্ত্রের একটী প্রধান অঙ্গ। ইহা বাদ দিয়া চিকিৎসা-শাস্ত্র অধ্যয়ন করিলে শিক্ষা অঙ্গহীন ও অসম্পূর্ণ থাকিয়া যায়। রসায়ন-বিজ্ঞান সাহায্যে দিন দিন কত আবশ্যকীয় ঔষধ আবিষ্কৃত হইতেছে; কত রোগ যাহা পূর্ব্বে দুরারোগ্য বলিয়া বিবেচিত হইত, এই সকল ঔষধ প্রয়োগ দ্বারা প্রশমিত ও নিরাকৃত হইতেছে। যদি কুইনাইনের আবিষ্কার না হইত তাহা হইলে এতদিনে এই ম্যালেরিয়া-প্রপীড়িত বঙ্গভূমি হয়ত জনশূন্য অরণ্যে পরিণত হইয়া বন্য পশুরও আবাসস্থলের অনুপযোগী হইত! জ্বরের প্রবল উত্তাপ কমাইবার জন্য আমরা পূর্ব্বে যে সকল উপায় অবলম্বন করিতাম, তাহা অনেকস্থলে নিষ্ফল হইত এবং শুদ্ধ তাপের আধিক্য (high temperature) বশতঃ কত শত লোক অকালে মৃত্যু মুখে পতিত হইত; চিকিৎসক এরূপ স্থলে আপনার অসহায়ত্ব সম্পূর্ণ উপলব্ধি করিয়া নিরাশাসাগরে মগ্ন হইতেন। অধুনা **Antipyrin, Antifebrin, Phenacetin** প্রভৃতি অত্যুৎকৃষ্ট তাপনিবারক ঔষধ সমূহ আবিষ্কৃত হইয়া জ্বরারোগ্যের নিমিত্ত চিকিৎসকের হস্তে অমোঘ অস্ত্ররূপে ন্যস্ত হইয়াছে। এই সকল ও অন্যান্য মহোপকারক ঔষধের আবিষ্কার রাসায়নিক গবেষণার ফল; বিবিধ জটিল রাসায়নিক প্রক্রিয়া দ্বারা ইহাদিগকে

প্রস্তুত করিতে হয় এবং ইহাদিগের আভ্যন্তরীণ প্রয়োগে ব্যাধির যে উপশম হইয়া থাকে, তাহাও রাসায়নিক ক্রিয়ার ফল মাত্র।

ঔষধ প্রস্তুত করিবার সময় নানাবিধ দূষিত পদার্থ উহার সহিত মিশ্রিত হইয়া থাকে। এই সকল দূষিত পদার্থ ঔষধের সহিত শরীরের মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে অনিষ্টপাতের সম্ভাবনা; এজন্য কোন্ ঔষধে কি কি দূষিত পদার্থ থাকিবার সম্ভাবনা এবং উহাকে কি উপায়েই বা সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ করা যাইতে পারে, তাহা প্রত্যেক চিকিৎসকের অবশ্য জ্ঞাতব্য বিষয়। রসায়ন-বিজ্ঞান শিক্ষা না করিলে এ সকল বিষয়ে সম্যক্ জ্ঞান লাভ করিতে পারা যায় না।

আমরা সচরাচর অনেকগুলি ঔষধ একত্রে ব্যবহার করিয়া থাকি। যদি ঔষধগুলি সমগুণ-সম্পন্ন হয়, তাহা হইলে একের গুণ অপরের সহযোগে উৎকর্ষ লাভ করে এবং এরূপ ব্যবহারে আমরা সুফল প্রাপ্ত হই। কিন্তু বিপরীত গুণ-সম্পন্ন ঔষধ একত্রে ব্যবহার করিলে কোনরূপ সুফল প্রাপ্ত হওয়া দূরে থাকুক অনেক স্থলে রোগীর পক্ষে অনিষ্টদায়ক হইয়া পড়ে। কখন কখন দুইটী ঔষধ একত্রে মিশ্রিত হইলে স্ফোটন (Explosion) উপস্থিত হয়, সুতরাং তাহাদের একত্রে ব্যবহার মহা অনিষ্টকর ও একেবারেই নিষিদ্ধ। রসায়ন-বিজ্ঞান শিক্ষা করিলে এইরূপ মিশ্রণে ঔষধের গুণের কিরূপ পরিবর্ত্তন হয়, তাহা বিশেষরূপে অবগত হইতে পারা যায়।

মূত্র পরীক্ষিত না হইলে অনেক রোগের একেবারেই চিকিৎসা হয় না। **Bright's disease**এ মূত্রে কত পরিমাণ য়্যালবুমেন্ থাকে, Diabetes রোগে মূত্রের সহিত কত শর্করা নির্গত হইতেছে, পাথরীরোগে পাথর খানি কি কি উপাদানে গঠিত, ইহা না জানিলে ঐ সকল রোগের সুচিকিৎসা হওয়া একেবারেই অসম্ভব। রসায়ন-বিজ্ঞান পাঠ করিলে এই সকল পদার্থ কি প্রণালী অবলম্বনে পরীক্ষা করিতে হয়, তাহা শিক্ষা করিতে পারা যায়।

দূষিত জল পান করিলে নানাবিধ রোগ উৎপন্ন হয়, সুতরাং পানার্থে বিশুদ্ধ জল ব্যবহার করা যে অবশ্য প্রয়োজনীয় তাহা এক্ষণে সকলে বুঝিতে পারিয়াছেন। জল দেখিতে স্বচ্ছ ও পরিষ্কার হইলেও অনেক স্থলে উহাতে নানা দূষিত পদার্থ মিশ্রিত থাকে এবং উহা পানীয়রূপে ব্যবহার করিলে স্বাস্থ্য-ভঙ্গ ও বিবিধ রোগ জন্মিবার সম্ভাবনা। রাসায়নিক পরীক্ষা দ্বারা জলের দূষিত

পদার্থ নিরূপণ করিতে পারা যায়, এবং রাসায়নিক প্রক্রিয়াবিশেষে দূষিত পদার্থ দূরীকৃত করিয়া, একেবারে বিশুদ্ধ না হউক, জলকে সম্পূর্ণ পানোপযোগী করা যাইতে পারে। আমাদিগের পল্লীগ্রামে যে জল পানীয় রূপে ব্যবহৃত হয়, তাহার অধিকাংশই অত্যন্ত দূষিত; এরূপ জল পান করিলে লোকে যে সর্ব্বদা রোগাক্রান্ত হইবে তাহার বিচিত্র কি! চিকিৎসক সাধারণের স্বাস্থ্যের রক্ষক স্বরূপ। অতএব প্রত্যেক চিকিৎসকেরই রসায়ন-বিজ্ঞান পাঠ করিয়া দূষিত জল যাহাতে পানোপযোগী হইতে পারে, তদ্বিষয়ে মনোযোগী হওয়া অবশ্য কর্ত্তব্য।

ঔষধ প্রয়োগ সম্বন্ধে রসায়ন শিক্ষা যেরূপ প্রয়োজনীয়, পথ্য সম্বন্ধেও সেইরূপ। অজীর্ণ, উদরাময় প্রভৃতি অনেক রোগে কোন পথ্যই সহজে পরিপাক হয় না। এ দেশীয় রোগীর প্রধান পথ্য দুগ্ধ, কিন্তু এই সকল রোগে দুগ্ধ পরিপাক না হইয়া অনেকস্থলে বিষের ন্যায় কার্য্য করে, একারণ কবিরাজগণ এই সকল রোগে একেবারেই দুগ্ধের ব্যবস্থা করেন না—পথ্যাভাবে রোগী দিন দিন শীর্ণ ও দুর্ব্বল হইয়া পড়ে। রসায়ন-বিজ্ঞান সাহায্যে অধুনা Benger's food প্রভৃতি কতকগুলি এরূপ মহোপকারক পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে যে দুগ্ধ বা অপর কোন পথ্য উহাদিগের সহিত মিশ্রিত করিয়া রোগীকে সেবন করাইলে অতি সহজে পরিপাক প্রাপ্ত হয়। এই সকল পদার্থ আবিষ্কৃত হইবার পূর্ব্বে অনেক রোগীকে পথ্যাভাবে অসময়ে মৃত্যুমুখে পতিত হইতে হইত।

Chloroform একটী রাসায়নিক যৌগিক—অস্ত্রচিকিৎসায় chloroform যে কি মহোপকারী দ্রব্য তাহা কাহারও অবিদিত নাই। Chloroform আবিষ্কৃত হইবার পূর্ব্বে অস্ত্রচিকিৎসা, রোগী ও চিকিৎসক উভয়েরই পক্ষে, একটী ভয়াবহ কার্য্য বলিয়া পরিগণিত হইত; এবং যে সকল অস্ত্রচিকিৎসা বহুসময়-সাপেক্ষ, রোগী অধিকক্ষণ পর্য্যন্ত অসহ্য যন্ত্রণা ভোগ করিতে পারিবে না বলিয়া ঐ সকল অস্ত্রচিকিৎসায় হস্তক্ষেপ্ করিতে কেহ সাহস করিতেন না। এক্ষণে রোগীকে Chloroform দ্বারা ৩।৪ ঘণ্টাকাল পর্য্যন্ত সংজ্ঞাশূন্য করিয়া অস্ত্রচিকিৎসা সাহায্যে অতি দুশ্চিকিৎস্য রোগও আরোগ্য হইতেছে। অধুনা অস্ত্রচিকিৎসা সবিশেষ উৎকর্ষ লাভ করিয়াছে এবং এ সম্বন্ধে পূর্ব্বে মৃত্যুসংখ্যা যেরূপ অধিক ছিল, এক্ষণে সেই পরিমাণে কমিয়া গিয়াছে। ইহার কারণ এই যে আজ কাল antiseptic প্রণালী মতে অস্ত্রচিকিৎসা হইতেছে। পূর্ব্বে অস্ত্র

চিকিৎসার পর ক্ষতস্থল পচিয়া gangrene, pyæmia, osteo-myelitis প্রভৃতি ভয়ঙ্কর রোগ উপস্থিত হইত এবং তন্নিবন্ধন অধিকাংশ রোগীই মৃত্যুমুখে পতিত হইত। এক্ষণে এই সকল রোগ ইতিহাসলিখিত প্রাচীন ঘটনা মধ্যে পরিগণিত হইয়াছে। Antiseptic surgery র গুণে এই সকল রোগ একেবারে লোপ প্রাপ্ত হইয়াছে বলিলেও অত্যুক্তি হয় না। Perchloride of mercury প্রভৃতি যে সকল পদার্থের গুণে antiseptic surgery র এত উন্নতি, তাহারা এক একটী রাসায়নিক যৌগিক এবং উহাদিগের পচন-নিবারক গুণ রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলমাত্র। রসায়ন-বিজ্ঞান সাহায্যে দিন দিন নূতন নূতন মহোপকারক পচন-নিবারক যৌগিক আবিষ্কৃত হইতেছে।

রসায়ন বিজ্ঞান পাঠ না করিলে Medical Jurisprudence এ সম্যক্ ব্যুৎপত্তি লাভ হয় না। কোন্ বিষ কিরূপ কার্য্য করে, বিষ-প্রয়োগ হইলে কোন্ বিষঘ্ন পদার্থ দ্বারা তাহার উপশম হইতে পারে, শারীরিক যন্ত্র, খাদ্য দ্রব্য বা অন্যান্য পদার্থ মধ্যে বিষের অস্তিত্ব প্রমাণ করিবার জন্য কিরূপ পরীক্ষার প্রয়োজন, Medical Jurisprudence এই সকল বিষয়ে আমাদিগকে শিক্ষা প্রদান করে। এই শিক্ষা সম্পূর্ণ রসায়নজ্ঞান-সাপেক্ষ, সুতরাং এ বিষয়ে সম্যক্ ব্যুৎপত্তি লাভের জন্য রসায়ন-বিজ্ঞান পাঠ করা অবশ্য কর্ত্তব্য।

অতএব রসায়ন-বিজ্ঞান যে চিকিৎসকমাত্রেরই অবশ্যশিক্ষিতব্য, সে বিষয়ে কাহারও অনুমাত্র সন্দেহ থাকিতে পারে না। রসায়ন-বিজ্ঞান চিকিৎসা-শাস্ত্রের মূলভিত্তি স্বরূপ; ভিত্তি দুর্ব্বল হইলে উপরিস্থিত গঠনও যেরূপ দুর্ব্বল হয় সেইরূপ রসায়ন শিক্ষা অভাবে চিকিৎসা-শাস্ত্রজ্ঞানও সম্যক্ স্ফূর্ত্তি লাভ করিতে পারে না।

প্রায় ১৬।১৭ বৎসর পূর্ব্বে Campbell Medical School এ রসায়ন শিক্ষা প্রচলিত ছিল। রায় কানাইলাল দে বাহাদুর এই বিষয়ের শিক্ষক পদে প্রতিষ্ঠিত ছিলেন, এবং তিনি বহু যত্নে ও আয়াসে একটী সুন্দর laboratory স্থাপন করিয়াছিলেন। তাঁহার এ কার্য্য হইতে অবসর গ্রহণ করিবার সঙ্গে সঙ্গেই ক্যাম্বেল্ মেডিক্যাল্ স্কুল হইতে রসায়ন শিক্ষা উঠাইয়া দেওয়া হয়, এবং বহু যত্নে প্রতিষ্ঠিত chemical laboratoryটী শিবপুর ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজে স্থানান্তরিত করা হয়। সম্প্রতি কর্ত্তৃপক্ষীয়েরা বাঙ্গালা মেডিক্যাল্ স্কুলের

ছাত্রদিগের পাঠ্য বিষয় মধ্যে রসায়ন-বিজ্ঞান পুনঃপ্রবেশ করাইয়া এই অভাব দূর করিয়াছেন।

রসায়ন-বিজ্ঞান ও পদার্থ-বিজ্ঞান এতদুভয়ের মধ্যে অতি নিকট সম্বন্ধ। পদার্থ-বিজ্ঞান বিষয়ে (বিশেষতঃ তাপ ও তাড়িত সম্বন্ধে) কথঞ্চিৎ ব্যুৎপত্তি না থাকিলে রাসায়নিক তত্ত্বসমূহ সম্যক্‌রূপে হৃদয়ঙ্গম করিতে পারা যায় না। এ জন্য কর্ত্তৃপক্ষীয়েরা বাঙ্গালা মেডিক্যাল্ স্কুলের ছাত্রদিগের সুশিক্ষার নিমিত্ত তাপ ও তাড়িতের মূল সূত্রগুলি রসায়ন শিক্ষার অন্তর্ভূত করিয়া দিয়াছেন। আমরাও প্রথমে পদার্থ-বিজ্ঞান সম্বন্ধে আলোচনা করিব।

প্রথম অধ্যায়।

—o—

পদার্থ-বিজ্ঞান।

প্রাচীন পণ্ডিতেরা প্রকৃতির তত্ত্ব-নিরূপক সমুদয় শাস্ত্রকেই পদার্থ-বিজ্ঞান মধ্যে অন্তর্নিবিষ্ট করিয়াছেন। তাঁহাদিগের মতে রসায়ন, জ্যোতিষ, উদ্ভিদ-বিদ্যা, প্রাণি-বিদ্যা, চিকিৎসা প্রভৃতি সকল শাস্ত্রই পদার্থ-বিজ্ঞানের অংশ বলিয়া পরিগণিত হইত। আধুনিক বৈজ্ঞানিকেরা পদার্থ-বিজ্ঞানকে স্বতন্ত্র শাস্ত্র বলিয়া নির্দ্দেশ করেন। ইহা পাঠ করিলে উপাদান-গত পরিবর্ত্তন ব্যতীত পদার্থের অপর সকল প্রকার পরিবর্ত্তন সম্বন্ধে সম্যক্ জ্ঞান লাভ হয়। পদার্থের উপাদান-গত পরিবর্ত্তন একমাত্র রসায়ন-শাস্ত্র শিক্ষা করিলে জানিতে পারা যায়।

তাপ, তাড়িত, আলোক, চুম্বকাকর্ষণ, এবং মাধ্যাকর্ষণ প্রভৃতি প্রাকৃতিক শক্তির আলোচনাই পদার্থ-বিজ্ঞানের মুখ্য উদ্দেশ্য। তন্মধ্যে এ পুস্তকে আমরা কেবল মাত্র তাপ ও তাড়িত এই দুইটী বিষয়ের আলোচনায় প্রবৃত্ত হইব।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

—o—

তাপ (HEAT)

১। তাপের প্রকৃতি।

প্রাচীন বৈজ্ঞানিকদিগের মতে তাপ এক অতি সূক্ষ্ম ভারহীন তরল পদার্থ; ইহা যাবতীয় পদার্থের আণবিক ব্যবধান (Molecular interspace) অধিকার করিয়া থাকে এবং এক পদার্থ হইতে পদার্থান্তরে গমন করিতে

পারে। যে পদার্থ হইতে ইহা নিক্রান্ত হয় তাহা শীতল এবং যে পদার্থে ইহা আশ্রয় করে তাহা উষ্ণরূপে আমাদিগের স্পর্শেন্দ্রিয় গোচর হইয়া থাকে।

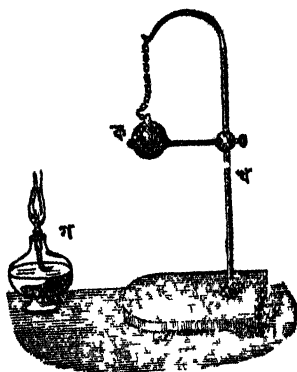
আধুনিক বৈজ্ঞানিকেরা তাপ একটী জড় পদার্থ বলিয়া স্বীকার করেন না। তাঁহাদিগের মতে তাপ পদার্থের অবস্থান্তর (Change of state) ব্যতীত আর কিছুই নহে। পদার্থের অণু সমষ্টির কম্পনে (Molecular vibration) তাপ সমুদ্ভূত হয়। আণবিক কম্পন যত দ্রুত হয়, পদার্থও সেই পরিমাণে উষ্ণ বোধ হয়—অত্যুষ্ণ পদার্থের আণবিক কম্পন অতি দ্রুত ভাবে ঘটিয়া থাকে।* পণ্ডিতেরা ইহাও অনুমান করেন যে সমস্ত পদার্থের মধ্যে ও সমগ্র আকাশ মণ্ডল ব্যাপিয়া ঈথর্ (Ether) নামে এক অতি সূক্ষ্ম ভারহীন স্থিতিস্থাপক পদার্থ অবস্থিতি করে, কোন পদার্থের আণবিক কম্পন-তরঙ্গ ঈথরে আঘাত করিলে ঈথরেরও কম্পন উপস্থিত হয় এবং এইরূপে তাপ উৎপন্ন হইয়া ঈথর্ সাহায্যে এক পদার্থ হইতে অন্য পদার্থে সংক্রামিত হয়। এই শেষোক্ত মতই আধুনিক পণ্ডিত-মণ্ডলীর অনুমোদনীয়।

২। তাপ সংযোগে পদার্থের পরিবর্ত্তন।

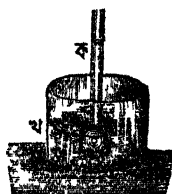
(১) প্রসারণ।—তাপ সংযোগে পদার্থ মাত্রেরই প্রসারণ (Expansion) অর্থাৎ আয়তনের বৃদ্ধি সংসাধিত হয়। পদার্থ হইতে তাপ অপসৃত হইলে অর্থাৎ শীতলাবস্থায় উহা সঙ্কুচিত হয়। ইহার কারণ এই যে পদার্থের অণুসমষ্টির পরস্পরের মধ্যে যে আকর্ষণ শক্তি থাকে, তাপ সংযোগে তাহার হ্রাস হয় সুতরাং অণুগুলি পরস্পর হইতে অধিকতর দূরবর্ত্তী হইয়া পড়ে। এইরূপে আণবিক ব্যবধান বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় বলিয়া পদার্থের আয়তনের বৃদ্ধি সাধিত হয়। নিরেট পদার্থ (Solids) অল্প এবং তরল পদার্থ (Liquids) তদপেক্ষা অধিক পরিমাণে প্রসারিত হয়, কিন্তু বায়বীয় পদার্থের (Gases) প্রসারণ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক।

---

* আণবিক কম্পন অত্যন্ত দ্রুত হইলে তাপের সঙ্গে সঙ্গে আলোকেরও উৎপত্তি হয়। আধুনিক বৈজ্ঞানিকদিগের মতে তাপ ও আলোক একই কারণে উৎপন্ন হইয়া থাকে, পদার্থের আণবিক কম্পনের মাত্রার তারতম্যানুসারে উহা উষ্ণ বা জ্যোতির্ম্ময় হয়।

১ম পরীক্ষা।—পার্শ্বস্থ চিত্রে (ক) একটী লৌহের রিং এবং (চ) একটী লৌহ দণ্ড উহার শীর্ষ দেশে শিকলি দ্বারা একটী গোলা ঝুলান রহিয়াছে। এই গোলাটী এরূপ ভাবে গঠিত যে শীতলাবস্থায় কোন মতে রিংএর মধ্য দিয়া গলিয়া যাইতে পারে, কিন্তু যদ্যপি এই গোলাটী স্পিরিট বাতিতে (গ) সমধিক উত্তপ্ত করা যায় তাহা হইলে উহা আয়তনের প্রসারণ হেতু উক্ত রিংএর মধ্যদিয়া গমন করিতে না পারিয়া উপরে আটকাইয়া থাকিবে। পরে শীতল হইলে রিংএর ভিতর দিয়া পূর্ব্ববৎ গলিয়া নিম্নে নামিয়া পড়িবে।

১ম চিত্র।

নিরেট পদার্থের প্রসারণ এত অল্প যে আমরা চক্ষু দ্বারা তাহা উপলব্ধি করিতে পারি না কিন্তু তরল পদার্থের প্রসারণ সহজেই দৃষ্টিগোচর হয়।

২য় পরীক্ষা।—এক কন্দ (Bulb) বিশিষ্ট ও এক মুখ খোলা একটী সরু লম্বমান কাচনল লইয়া কন্দ ও নলের কিয়দংশ (২য় চিত্র) রঙ্গিন জলে পূর্ণ করতঃ জলের ঊর্দ্ধ সীমায় একটী চিহ্ন (ক) অঙ্কিত কর। কোন পাত্রে (খ) অত্যুষ্ণ জল রাখিয়া কন্দটী তন্মধ্যে নিমজ্জিত করিলে রঙ্গিন জলকে নির্দ্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করিয়া ঊর্দ্ধে উত্থিত হইতে দেখা যায়।

২য় চিত্র।

ইহার কারণ এই যে কন্দস্থ রঙ্গিন জল উত্তপ্ত হইয়া প্রসারিত হয়, সুতরাং উহার মধ্যে স্থান সঙ্কুলান না হওয়াতে নলের উপরিভাগে উঠিতে থাকে। উত্তাপ সংযোগে কাচ-কন্দটীও সঙ্গে সঙ্গে প্রসারিত হয় সত্য কিন্তু এই আয়তন বৃদ্ধি এত অল্প পরিমাণে সংসাধিত হয় যে আমরা তাহা কোন মতে চক্ষু দ্বারা উপলব্ধি করিতে পারি না সুতরাং উহা গণনার মধ্যেই ধর্ত্তব্য নহে।

সামান্য উত্তাপেই বায়বীয় পদার্থের অত্যধিক প্রসারণ হইয়া থাকে।

৩য় পরীক্ষা।—পূর্ব্বোক্তরূপ এককন্দ বিশিষ্ট ও এক মুখ খোলা একটী কাচের নল লইয়া শুদ্ধ নলটী রঙ্গিন জলে পূর্ণ করতঃ অপর একটী শীতল জলপূর্ণ পাত্রে নলের খোলা মুখটী নিমজ্জিত করিয়া রাখ। এক্ষণে হস্ত দ্বারা কন্দটী কিয়ৎক্ষণ চাপিয়া ধরিলে হস্তের সামান্য উত্তাপেই উহার অভ্যন্তরস্থ বায়ু সমধিক প্রসারিত হইয়া নলস্থিত রঙ্গিন জলকে নীচে ঠেলিয়া দিবে সুতরাং নলের জল ক্রমে ক্রমে নীচে নামিয়া আসিবে।

তাপ-মাত্রা (Temperature)—কোন পদার্থ যে মাত্রায় (Measure) অপর পদার্থে প্রকাশ্য-তাপ (Sensible heat) প্রদান করে ঐ মাত্রা উক্ত পদার্থের তাপ-মাত্রা বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হয়। তাপ-মাত্রা ও তাপ-সমষ্টি (Quantity of heat) এক নহে। দুইটী পদার্থের তাপ-মাত্রা এক হইলেও উহাদিগের অন্তর্নিহিত তাপ-সমষ্টি সমান না হইতে পারে। এক কটাহ ফুটন্ত জল হইতে এক ঘটী জল তুলিয়া লইলে কটাহ ও ঘটীর জলের তাপ-মাত্রা একই অর্থাৎ ১০০°C, কিন্তু কটাহে অধিক জল আছে বলিয়া উহার তাপ-সমষ্টি ঘটীর অল্প জলের তাপ-সমষ্টি অপেক্ষা অনেক অধিক।

তাপমান-যন্ত্র (Thermometer)—তাপের অভাবেই পদার্থ শীতল বলিয়া অনুভূত হয়, কিন্তু পদার্থ যতই শীতল হউক না কেন তন্মধ্যে কথঞ্চিৎ তাপ অন্তর্নিবিষ্ট থাকে। আমরা স্পর্শ দ্বারা পদার্থের উষ্ণতা বা শীতলতার মাত্রা সূক্ষ্মরূপে নির্ণয় করিতে পারি না। বিশেষতঃ অত্যধিক উত্তপ্ত বা শীতল দ্রব্য স্পর্শ করিলে শারীরিক ক্লেশ ও পীড়া জন্মিবার সম্ভাবনা, এজন্য কোন পদার্থের প্রকাশ্য-তাপ নির্ণয় করিবার জন্য যন্ত্রের আবশ্যক হয়—ইহাকেই তাপমান-যন্ত্র বলে। তাপ সংযোগে পদার্থের প্রসারণ ভিত্তি-স্বরূপ করিয়া এই যন্ত্র নির্ম্মিত হইয়াছে।

ভিন্ন ভিন্ন তাপ-মাত্রা নিরূপণের জন্য নিরেট, তরল, এবং বায়বীয় এই ত্রিবিধ পদার্থই তাপমান-যন্ত্র নির্ম্মাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। আমরা সচরাচর যে তাপমান-যন্ত্র ব্যবহার করিয়া থাকি তাহার মধ্যে পারদ আছে।

পারদ ৩৫০°C তাপ-মাত্রার ন্যূনে বাষ্পাকারে পরিণত হয় না, এবং অত্যধিক শৈত্য সংযুক্ত (বরফের তাপ-মাত্রা হইতে ৪০°C নিম্ন অর্থাৎ–৪০°C) না হইলে জমিয়া নিরেট হয় না। এই দুই তাপ-মাত্রার মধ্যে পারদ সর্ব্বদা তরল অবস্থায় থাকে এবং তাপ বা শৈত্য সংযোগে সমহারে প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হয়। এজন্য পারদ তাপমান-যন্ত্র নির্ম্মাণের প্রধান উপযোগী।

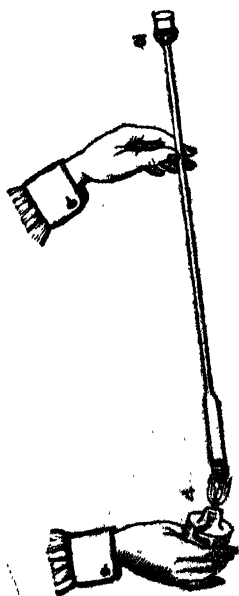
অত্যন্ত শীতল পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিবার জন্য সুরা-সার (Alcohol) নির্ম্মিত তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, কারণ পারদ অত্যধিক শীতলতা সংস্পর্শে জমিয়া নিরেট হইয়া যায় সুতরাং তৎকালে উহার সঙ্কোচন বা প্রসারণ আর

উপলব্ধি হয় না। কিন্তু শীতলতার মাত্রা যতই অধিক হউক না কেন এ পর্য্যন্ত সুরা-সারকে জমাইতে পারা যায় নাই।

তাপ-মাত্রার অতি সামান্য বৃদ্ধি বা হ্রাস পারদ নির্ম্মিত তাপমান-যন্ত্র দ্বারা নির্ণীত হয় না এজন্য ঐ সকল স্থলে বায়ু-পূর্ণ তাপমান-যন্ত্র (Air thermometer) ব্যবহৃত হইয়া থাকে। তাপ-মাত্রার সামান্য ন্যূনাধিক্য বায়ু-পূর্ণ তাপমান-যন্ত্র যেরূপ সুন্দর রূপে নির্দ্দেশ করে তাহা ইতিপূর্ব্বে ৩য় পরীক্ষায় বর্ণিত হইয়াছে। উক্ত পরীক্ষায় যে যন্ত্রটীর বিষয় বর্ণিত হইয়াছে তাহার গঠন ও কার্য্য বায়ু-পূর্ণ তাপমান-যন্ত্রের অনুরূপ।

অত্যধিক উত্তপ্ত পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিতে হইলে পারদ নির্ম্মিত তাপমান-যন্ত্রের পরিবর্ত্তে ধাতু নির্ম্মিত বা অন্যবিধ যন্ত্র ব্যবহার করিতে হয়; কারণ অধিক উত্তাপ সংস্পর্শে পারদ বাষ্পাকারে পরিণত হয়, তখন উহার প্রসারণ দৃষ্টিগোচর হয় না সুতরাং তদ্দ্বারা তাপ-মাত্রাও স্থির করিতে পারা যায় না।

সচরাচর পারদ নির্ম্মিত তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয় বলিয়া উহার নির্ম্মাণ প্রণালী নিম্নে সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

চুলের ন্যায় সূক্ষ্ম ছিদ্র-যুক্ত একটী কাচ নলের একদিক উত্তাপ সংযোগে স্ফীত করিয়া গোল বা লম্বমান কন্দ-যুক্ত (৩য় চিত্র, খ) ও অপর দিক ক্ষুদ্র ফ্যানেলের (Funnel) (ক) আকারে পরিণত করিয়া তদুপরি কিঞ্চিৎ পারদ স্থাপন করতঃ কন্দটী দীপশিখায় ঈষৎ উত্তপ্ত করিলে উহার অভ্যন্তরস্থ বায়ু পারদ ভেদ করিয়া নির্গত হইয়া যায়। পরে কন্দটী শীতল হইলে কিয়দংশ পারদ ছিদ্র দ্বারা উহার মধ্যে প্রবেশ করিয়া শূন্য স্থান অধিকার করে। এইরূপে কয়েকবার কন্দটী ক্রমান্বয়ে উত্তপ্ত ও শীতল করিলে অভ্যন্তরস্থ সমস্ত বায়ু বহির্গত হইয়া যায় এবং কন্দ ও নলটী পারদ দ্বারা পূর্ণ হইয়া থাকে। এক্ষণে অভ্যন্তরস্থ পারদকে সুমধিক

৩য় চিত্র।

উত্তাপ দ্বারা ফুটাইতে হইবে এবং এই তাপমান-যন্ত্র দ্বারা তাপ-মাত্রার যে ঊর্দ্ধ সংখ্যা নির্ণীত হওয়া আমাদের অভিপ্রায়, পারদ সেই তাপ-মাত্রায় শীতল হইয়া আসিবামাত্র ফ্যনেলের ঠিক নিম্ন প্রদেশ অগ্নি সংযোগে গলাইয়া বন্ধ করিতে হইবে। নলটী শীতল হইলে উহার অভ্যন্তরস্থ পারদ নিম্ন প্রদেশে নামিয়া সমগ্র কন্দ ও নলের কিয়দংশ স্থান অধিকার করিয়া থাকে এবং নলের উপরিভাগ বায়ু-শূন্য রহে। এক্ষণে এই পারদ-পূর্ণ কাচ নলকে কোন উষ্ণ পদার্থের সংস্পর্শে রাখিলে পারদ প্রসারিত হইয়া নলের উপরি ভাগে উঠিতে থাকে কিন্তু শীতল বস্তুর সংস্পর্শে সঙ্কুচিত হইয়া পুনরায় নামিয়া আইসে। নলের মধ্যস্থিত পারদের এইরূপ প্রসারণ বা সঙ্কোচনের মাত্রা দেখিয়া পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণীত হয়। এই মাত্রা নির্ণয় করিবার জন্য নলের উপরিভাগে সমানাংশে বিভক্ত কতকগুলি রেখা পাত করা হয়। এই রেখা গুলি যদৃচ্ছা অঙ্কিত করিলে চলিবে না, তজ্জন্য দুইটী অপরিবর্ত্তন-শীল তাপ-মাত্রা অধঃ ও ঊর্দ্ধ সীমা রূপে গৃহীত হইয়া তন্মধ্যবর্ত্তী স্থান তাপ-মান ভেদে ভিন্ন সংখ্যানুযায়ী ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সমানাংশে বিভক্ত হইয়া থাকে। এক্ষণে কি প্রণালী মতে উপরোক্ত কার্য্য সম্পাদিত হইয়া থাকে তাহাই বর্ণিত হইতেছে।

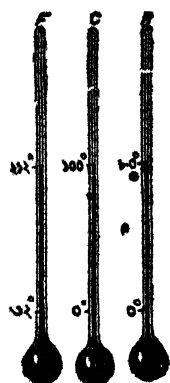
বরফ সর্ব্বদা অভিন্ন তাপ-মাত্রায় গলে এজন্য গলন্ত বরফের অপরিবর্ত্তন-শীল তাপ-মাত্রা উল্লিখিত রেখার অধঃসীমা বলিয়া এবং জল সহজ বায়ু-চাপে (Normal atmospheric pressure) সর্ব্বদা অভিন্ন তাপ-মাত্রায় ফুটিয়া থাকে বলিয়া ফুটন্ত জলের তাপ-মাত্রা ঊর্দ্ধ সীমা রূপে গৃহীত হয়। ফলতঃ এই দুই অপরিবর্ত্তন-শীল তাপ-মাত্রা অন্যান্য যাবতীয় পদার্থের তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিবার জন্য আদর্শ রূপে গৃহীত হয়। এক্ষণে উপরোক্ত দুইটী সীমা নির্দ্দেশের জন্য পারদ-পূর্ণ নলটী ১৫ মিনিট কাল গলন্ত বরফে নিমজ্জিত করিয়া রাখিলে পারদ নলের যে স্থানে স্থায়ী ভাবে অবস্থিতি করে তথায় নলের গাত্রে একটী রেখা অঙ্কিত করিয়া পরে কোন তাম্রপাত্রে জল ফুটাইয়া উক্ত নলটী জলবাষ্প মধ্যে ১৫ মিনিট কাল নিমজ্জিত রাখিলে পারদ নলের মধ্যে ঊর্দ্ধে উঠিয়া যে স্থানে স্থায়ীরূপে অবস্থিতি করিবে তথায় নলের গাত্রে আর একটী রেখা অঙ্কিত করিবে। এই উভয় রেখার মধ্যস্থল সেন্‌সিগ্রেড-

সেণ্টিগ্রেড্ (Celsius or centigrade), ফ্যারেন্হিট্ (Fahrenheit) এবং রোমার্ (Reaumur) নির্ম্মিত তাপমান-যন্ত্র ভেদে যথাক্রমে ১০০, ১৮০, বা ৮০টী ক্ষুদ্র সমান অংশে বিভক্ত হয়। ইহার এক একটী অংশকে তাপাংশ বা ডিগ্রি বলে। সেণ্টিগ্রেড্ তাপমান-যন্ত্রের উপরোক্ত অধঃ সীমা (দ্রবণাঙ্ক) ০ ও ঊর্দ্ধসীমা (স্ফুটনাঙ্ক) ১০০ অঙ্ক দ্বারা নির্ণীত হয় এবং এতদুভয়ের মধ্যস্থলকে ১০০ সমান অংশে বিভক্ত করিয়া প্রত্যেক ক্ষুদ্র বিভাগকে এক এক ডিগ্রি সেণ্টিগ্রেড্ (C) নামে নির্দ্দেশ করা যায়। ফ্যারেন্হিটের তাপমান-যন্ত্রে নিম্নস্থ রেখা ০ ও ঊর্দ্ধ রেখা ২১২ অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হয় এবং এতদুভয়ের মধ্যস্থল ২১২টী সমানাংশে বিভক্ত হইয়া থাকে ইহার এক একটী অংশ এক এক ডিগ্রি ফ্যারেন্হিট্ (F) বলিয়া পরিগণিত। এইরূপ রোমারের তাপমান-যন্ত্রে নিম্ন রেখা ০ এবং ঊর্দ্ধরেখা ৮০ অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দিষ্ট এবং এতদুভয়ের মধ্যস্থল ৮০টী সমান ভাগে বিভক্ত; এই প্রত্যেক অংশ এক এক ডিগ্রি রোমার (R) বলিয়া প্রচলিত।

এই সকল ডিগ্রির অঙ্ক কাচ নলের উপরে হাইড্রোফ্লুওরিক্ য়্যাসিড্ (Hydrofluoric Acid) দ্বারা অঙ্কিত হইয়া থাকে। হাইড্রোফ্লুওরিক্ য়্যাসিড্ কাচের সহিত একত্রিত হইলে কাচ ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, এজন্য তাপমান-যন্ত্র উত্তমরূপে মোম দ্বারা আবৃত করিয়া যে যে স্থানে রেখা বা অঙ্কপাত করিতে হইবে সেই সেই স্থানের মোম ছুরিকা দ্বারা উঠাইয়া উহা হাইড্রোফ্লুওরিক্ য়্যাসিড্ বাষ্পের মধ্যে স্থাপন করিলে যে যে স্থানে মোম সংলগ্ন নাই তাহা ক্ষয় প্রাপ্ত হয় এবং কাচ নলের গাত্রে দাগ পড়ে।

ফ্যারেন্হিট্ বরফ ও লবণ একত্রে মিশ্রিত করিয়া বরফের তাপ-মাত্রা অপেক্ষা ৩২° ন্যূন তাপ-মাত্রা উৎপাদন করিয়াছিলেন সেই জন্য অন্য তাপমান যন্ত্রে যে ০ অঙ্ক বরফের তাপ-মাত্রা বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হয় তাহা তাঁহার নির্ম্মিত তাপমান-যন্ত্রে ৩২ অঙ্ক দ্বারা নির্ণীত। ফ্যারেন্হিটের তাপমানে যে ০ অঙ্কিত আছে তাহা বরফের তাপ-মাত্রা অপেক্ষা ৩২° ডিগ্রি ন্যূন তাপ-মাত্রা নির্দ্দেশ করে।

সেণ্টিগ্রেড্, ফ্যারেন্হিট্ ও রোমারের যন্ত্র নির্ণীত তাপ-মাত্রা লিখিতে হইলে ডিগ্রির পার্শ্বে যথাক্রমে C, F ও R এবং ডিগ্রির অঙ্কের মস্তকে একটী ক্ষুদ্র শূন্য (০) লিখিতে হয়।

যে কোন পদার্থের তাপ-মাত্রা পূর্ব্বোল্লিখিত ত্রিবিধ তাপমান-যন্ত্র দ্বারা যথাক্রমে পরিমিত হইলে তাপমান ভেদে ভিন্ন ভিন্ন অঙ্ক দ্বারা নির্ণীত হইয়া থাকে অর্থাৎ সেণ্টিগ্রেড্ তাপমান-যন্ত্র দ্বারা যে পদার্থের তাপমাত্রা ১০০°C বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হয়, ফ্যারেন্‌হিটের তাপমানে পরিমিত হইলে তাহা ২১২°F এবং রোমারের তাপমানে ৮০°R বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হইবে।

৪র্থ চিত্র।

এক্ষণে এই তিন প্রকার তাপমানের (৪র্থ চিত্র) একের যে কোন অঙ্ক অপর তাপমানের কত অঙ্কের সহিত সমান ইহা নিরূপণ করা প্রয়োজন। সেণ্টিগ্রেড্‌কে রোমারে বা রোমার্‌কে সেণ্টিগ্রেডে পরিবর্ত্তিত করা অতি সহজ। ১৫°C রোমারের কত ডিগ্রির সহিত সমান নির্ণয় করিতে হইলে সহজ ত্রৈরাশিক দ্বারা উহা স্থির করা যায়। যথা, ১০০°C : ৮০° R :: ১৫°C : ক ∴ ক = ১২

∴ ১৫°C = ১২°R, অর্থাৎ যে পদার্থের তাপ-মাত্রা সেণ্টিগ্রেড্ তাপমানে ১৫° পরিমিত হয় তাহা রোমারের তাপমান দ্বারা পরিমিত হইলে ১২° হইয়া থাকে। এইরূপ সহজ প্রক্রিয়া দ্বারা রোমারের অঙ্কও সেণ্টিগ্রেড্ অঙ্কে পরিবর্ত্তিত করা যাইতে পারে।

সেণ্টিগ্রেড্ বা রোমারের অঙ্ক ফ্যারেন্‌হিটে অথবা ফ্যারেন্‌হিটের অঙ্ক সেণ্টিগ্রেড্ বা রোমারে পরিবর্ত্তিত করিবার গণনা কথঞ্চিৎ জটিল। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে ফ্যারেন্‌হিটের তাপমান-যন্ত্রে যে স্থল ১৮০ ভাগে বিভক্ত, সেণ্টিগ্রেডে তাহা ১০০ এবং রোমারে সেই স্থল ৮০ ভাগে বিভক্ত। ফ্যারেন্‌হিট্ তাপমান-যন্ত্রের যে তাপমাত্রা ৩২°F অঙ্ক দ্বারা নির্দ্দিষ্ট, অপর দুইটী তাপমান যন্ত্রে সেই তাপমাত্রা 0 দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হয় অতএব ফ্যারেন্‌হিটের যন্ত্রে ৩২ র অঙ্ক হইতে ২১২ পর্য্যন্ত যে ১৮০° থাকে তাহা সেণ্টিগ্রেডের ১০০° ও রোমারের ৮০°র সহিত সমান। কিন্তু ফ্যারেন্‌হিটের তাপমান-যন্ত্রে তাপমাত্রা ৩২ অঙ্ক হইতে সংখ্যাকৃত না হইয়া 0 অঙ্ক হইতে আরম্ভ হয় সুতরাং গণনার সময়

এই ৩২° আবশ্যক মত যোগ বা বিয়োগ করিতে হয়। মনে কর ৬০°F কত ডিগ্রি সেণ্টিগ্রেডের সহিত সমান নির্ণয় করিতে হইবে; এস্থলে ৬০°F, O° হইতে গণিত হয় বলিয়া, উহা হইতে ৩২ বাদ দিতে হইবে, কেন না উক্ত ৩২ ডিগ্রি সেণ্টিগ্রেড্ তাপমান-যন্ত্রে মোটেই নাই; এক্ষণে দেখিতে হইবে যে ৬০−৩২=২৮°F কত ডিগ্রি সেণ্টিগ্রেডের সহিত সমান; ইহাও পূর্ব্বোক্ত প্রকারে ত্রৈরাশিক দ্বারা প্রতিপন্ন হইয়া থাকে। যথা—

১৮০°F : ১০০°C :: ২৮°F : ক ∴ ক = ১৫.৫°C, সুতরাং ৬০°F = ১৫.৫°C।

কিন্তু সেণ্টিগ্রেড্ বা রোমাবের তাপ-মাত্রাকে ফ্যারেন্‌হিটে পরিবর্ত্তিত করিতে হইলে গণনার শেষে ৩২ যোগ করিতে হয়, কেন না এই ৩২ অঙ্ক ফ্যারেন্‌হিটের তাপমান-যন্ত্রে বেশী আছে অন্য তাপমানে নাই।

মনে কর ১০°C কে ফ্যারেন্‌হিটে পরিবর্ত্তিত করিতে হইবে; এস্থলে পূর্ব্ব প্রক্রিয়ানুসারে ১০০°C : ১৮০°F :: ১০°C : ক ∴ ক = $\frac{১৮০ \times ১০}{১০০}$ = ১৮°F এই ১৮°F ৩২ অঙ্কের উপরে বুঝাইবে কেন না ফ্যারেন্‌হিটের যে ১৮০° সেণ্টিগ্রেডের ১০০°র সহিত সমান তাহা ৩২ অঙ্কের উপর, তাহা হইলে ঐ ১৮র সহিত ৩২ যোগ করিয়া যাহা হইবে তাহাই ১০°C র সহিত সমান, অতএব ১৮+৩২ অর্থাৎ ৫০°F = ১০°C। এইরূপে রোমারকে ফ্যারেন্‌হিটে বা F কে R এ পরিবর্ত্তিত করিতে পারা যায়।

এক তাপমান-যন্ত্রের অঙ্ক অপর তাপমান-যন্ত্রের অঙ্কে পরিবর্ত্তিত করিবার কয়েকটী সাঙ্কেতিক নিয়ম নিম্নে প্রদত্ত হইল।

১ম। F কে C এ আনিতে হইলে F হইতে ৩২ বাদ দিয়া বিয়োগ ফলকে $\frac{৫}{৯}$ দিয়া গুণ করিতে হইবে; যথা, ৯°F কে C তে আনিতে হইলে ৯−৩২ = −২৩ × $\frac{৫}{৯}$ = $-\frac{১১৫}{৯}$ = −১২.৭°C অর্থাৎ ৯°F সেণ্টিগ্রেড্ তাপমান যন্ত্রে O°র নিম্নে ১২.৭° র সহিত সমান। O°র নিম্নে যত তাপ-মাত্রা আছে তাহার পূর্ব্বে একটী করিয়া বিয়োগ চিহ্ন দিতে হয়।

২য়। F কে R এ আনিতে হইলে পূর্ব্বোক্ত প্রকারে F হইতে ৩২ বাদ দিয়া বিয়োগ ফলকে $\frac{৪}{৯}$ দিয়া গুণ করিতে হইবে।

৩য়। C কে F এ আনিতে হইলে উহাকে $\frac{৯}{৫}$ দিয়া গুণ করিয়া গুণফলে ৩২ যোগ করিতে হইবে, যথা, ২৫°C = ২৫ × $\frac{৯}{৫}$ = ৪৫ + ৩২ = ৭৭°F.

৪র্থ। R কে F এ আনিতে হইলে উহাকে $\frac{9}{4}$ দিয়া গুণ করিয়া গুণফলে ৩২ যোগ করিতে হইবে।

৫ম। C কে R এ আনিতে হইলে উহাকে $\frac{4}{5}$ দিয়া গুণ করিতে হয়।

৬ষ্ঠ। R কে C এ আনিতে হইলে উহাকে $\frac{5}{4}$ দিয়া গুণ করিতে হয়।

শারীরিক তাপপরিচায়ক তাপমান (Clinical thermometer)—আমাদিগের শরীরের তাপ পরিমাণ করিবার জন্য যে তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাহাকে ক্লিনিক্যাল্ থার্‌মমিটর্ (Clinical thermometer) কহে। ইহা ফ্যারেন্‌হিটের প্রণালী অনুসারে নির্ম্মিত তাপমান-যন্ত্র, কিন্তু ইহাতে সচরাচর ৯০° হইতে ১১০° পর্য্যন্ত চিহ্ন অঙ্কিত থাকে। আমাদের শরীরের সহজ উত্তাপ ৯৮.৪°F। সুস্থ অবস্থায় কখন কখনও ইহা হইতে অর্দ্ধ বা এক ডিগ্রি প্রভেদ দৃষ্ট হইয়া থাকে। ওলাউঠা প্রভৃতি রোগে শরীর হিম হইলে তাপ-মাত্রা ৯১।৯২ ডিগ্রি ফ্যারেন্‌হিট্ পর্য্যন্ত নামিয়া আইসে এবং তরুণ বাতজ্বরে (Acute rheumatic fever) ১০৮°।১১০° কখনও বা তদূর্দ্ধে তাপ-মাত্রা উঠিয়া থাকে। কিন্তু সচরাচর শরীরের তাপ-মাত্রা ৯০°র নিম্নে নামে না অথবা ১১০°র ঊর্দ্ধে উঠে না এজন্য ক্লিনিক্যাল্ থার্‌মমিটর্ যন্ত্রে ৯০ হইতে ১১০ পর্য্যন্ত ডিগ্রি অঙ্কিত থাকে (৫ম চিত্র)। এই তাপমান যন্ত্রে (কাচ-নলের অভ্যন্তরে) পারদের একটী ক্ষুদ্র নির্দ্দেশক (Index) থাকে, উহা কন্দ-স্থিত পারদ হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। তাপ নির্ণয়কালীন কন্দ-স্থিত পারদ প্রসারিত হইয়া এই নির্দ্দেশককে উপরে ঠেলিয়া দেয়; পরে তাপমান-যন্ত্রটী রোগীর বগল হইতে সরাইয়া লইলে কন্দ-স্থিত পারদ সঙ্কুচিত হইয়া নামিয়া পড়ে কিন্তু নির্দ্দেশকটী যতদূর পর্য্যন্ত ঊর্দ্ধে উঠিয়াছিল সেই স্থানে থাকিয়া শরীরের তাপ-মাত্রা নির্দ্দেশ করে।

৫ম চিত্র।

ম্যাক্‌সিমম্ থার্‌মমিটর্ (Maximum thermometer)—ক্লিনিক্যাল্ থার্‌মমিটর্ ব্যতীত অপর যে সকল তাপমান-যন্ত্রের উল্লেখ করা হইয়াছে তাহাদিগের মধ্যে নির্দ্দেশক না থাকাতে তাহারা স্থায়ীরূপে কোন তাপ-মাত্রা নির্দ্দেশ করে না। ঐ সকল তাপমান-যন্ত্রে যে কোন পদার্থের তাপ-মাত্রা

গৃহীত হউক না কেন, উহা হইতে যন্ত্রটী সরাইয়া যে স্থানে রক্ষিত হয়, সেই স্থানের শীতলতা বা উষ্ণতা অনুসারে তন্মধ্যস্থ পারদও তৎক্ষণাৎ নামিয়া আইসে বা উঠিয়া যায়। সুতরাং পরীক্ষাধীন পদার্থের সহিত তাপমান-যন্ত্র সংলগ্ন রাখিয়া তাপমাত্রা নির্ণয় করিতে হয় এবং এই কারণে তৎকালে পরীক্ষকের উপস্থিতি অবশ্য প্রয়োজনীয়। কিন্তু ক্লিনিক্যাল্ থার্‌মমিটরে নির্দ্দেশক থাকে বলিয়া তাপ-মাত্রা গৃহীত হইবার পর যখন ইচ্ছা দেখা যাইতে পারে। দিবা ভাগের কোন্ সময়ে সর্ব্বাপেক্ষা অধিক তাপ-মাত্রা বর্দ্ধিত হয় তাহা নিরূপণ করিবার জন্য এইরূপ নির্দ্দেশক সংযুক্ত এক প্রকার তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইহাকেই Maximum thermometer কহে। এক্ষণে Rutherford নির্ম্মিত maximum thermometerই সর্ব্বত্র প্রচলিত। ইহার নির্ম্মাণ প্রণালী অন্যান্য তাপমান-যন্ত্রের অনুরূপ, কেবল পারদ-নির্দ্দেশকের পরিবর্ত্তে একটী সূক্ষ্ম লৌহ-তার কাচনলের মধ্যে অবস্থিত হইয়া উক্ত কার্য্য করে। এই তাপমান-যন্ত্র শায়িতভাবে (horizontally) একটী কাষ্ঠ-ফলকে সংবদ্ধ থাকে, ইহা কোন স্থানে ঝুলাইয়া রাখিয়া দিলে অত্যধিক তাপের সময় অভ্যন্তরস্থ পারদ প্রসারিত হইয়া লৌহের নির্দ্দেশককে সম্মুখে ঠেলিয়া দেয়, পরে যখন উক্ত স্থান ক্রমশঃ শীতল হইতে আরম্ভ হয় তখন পারদ সঙ্কুচিত হইয়া সরিয়া আইসে কিন্তু লৌহময় নির্দ্দেশকটী অত্যধিক তাপের সময় যে স্থানে নীত হইয়াছিল সেই স্থানেই রহিয়া যায় সুতরাং আমরা যখন ইচ্ছা নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রা লিপিবদ্ধ করিতে পারি। যদি এই কার্য্যের জন্য সাধারণ তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাহা হইলে পরীক্ষককে সমস্ত দিন উক্ত যন্ত্রের নিকট অবস্থিতি করিয়া কখন্ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক তাপ উঠে তাহা নির্ণয় করিতে হইত।

মিনিমম্ থার্‌মমিটর্ (Minimum thermometer) রাত্রিকালের ন্যূনতম তাপ-মাত্রা নির্ণয় করিবার নিমিত্ত এই তাপমান-যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। মিনিমম্ থার্‌মমিটরের মধ্যে পারদের পরিবর্ত্তে সুরা-সার ব্যবহৃত হয় এবং একটী অতি সূক্ষ্ম দুই মুখ খোলা কাচনল নির্দ্দেশক রূপে অবস্থিত থাকে। যে স্থানে এই তাপমান-যন্ত্র রক্ষিত হয় তথাকার তাপ-মাত্রা যত কমিতে থাকে সুরাসার ততই সঙ্কুচিত হয় এবং কৈশিক আকর্ষণ (Capillary attraction)

দ্বারা কাচের নির্দ্দেশকটীকে কন্দের দিকে টানিয়া লইয়া আইলে। পরে যখন উক্ত স্থানের তাপ-মাত্রা ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হইতে থাকে তখন কন্দস্থ সুরা-সার প্রসারিত হইয়া নির্দ্দেশকের ছিদ্র মধ্য দিয়া সম্মুখ দিকে অগ্রসর হয় কিন্তু নির্দ্দেশকটী যথাবৎ পূর্ব্বস্থানে থাকিয়া যায়; এইরূপে ইহা কদাচ স্থানচ্যুত না হইয়া রাত্রিমানের সর্ব্ব নিম্ন তাপ-মাত্রা নির্দ্দেশ করে, পরে আমরা যখন ইচ্ছা তাহা লিপিবদ্ধ করিতে পারি।

বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ।—বায়বীয় পদার্থ মাত্রেই সম তাপ-মাত্রায় সমহারে প্রসারিত হয়, কিছুতেই এই প্রাকৃতিক নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটে না; কিন্তু নিরেট ও তরল পদার্থ সম তাপ-মাত্রায় সমহারে প্রসারিত হয় না। একই তাপ-মাত্রায় কাচ অপেক্ষা লৌহ, লৌহ অপেক্ষা রৌপ্য, রৌপ্য অপেক্ষা সীস, সীস অপেক্ষা রঙ্গ এবং রঙ্গ অপেক্ষা পিত্তল অধিকতর প্রসারিত হয়। এইরূপ পারদ, জল, সুরা-সার, তৈল প্রভৃতি তরল পদার্থ সকলেরও সম তাপ-মাত্রায় প্রসারণের ন্যূনাধিক্য পরিলক্ষিত হয়। সম তাপ-মাত্রায় বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ জলের প্রসারণ অপেক্ষা ১৩ গুণ অধিক।

২৭৩ আয়তন (Volume) বিশিষ্ট যে কোন বায়বীয় পদার্থ ১° সেণ্টি-গ্রেডে উত্তপ্ত হইলে প্রসারিত হইয়া ২৭৪ আয়তন প্রাপ্ত হয় অর্থাৎ মোটের উপর এক আয়তন বৃদ্ধি হয়। এই নিয়মানুসারে বায়বীয় পদার্থ এক ডিগ্রি সেণ্টিগ্রেড্ তাপ-মাত্রায় উত্তপ্ত হইলে উহা $\frac{১}{২৭৩}$ গুণ আয়তনের বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়। এইরূপে ২৭৩ আয়তন অক্সিজেন্ ২০°C এ উত্তপ্ত হইলে ২৭৩+২০=২৯৩ আয়তনে প্রসারিত হয়। পুনশ্চ তাপ-মাত্রার হ্রাস হইলে বায়বীয় পদার্থ উপরোক্ত নির্দ্দিষ্ট হারে সঙ্কুচিত হয়, অর্থাৎ প্রতি ডিগ্রিতে আয়তনের $\frac{১}{২৭৩}$ গুণ হ্রাস হইয়া থাকে। এই অঙ্ক ($\frac{১}{২৭৩}$) কে ইংরাজীতে বায়বীয় পদার্থের **Coefficient of expansion** কহে।

করুণাময় পরমেশ্বর আমাদিগের মঙ্গলের জন্য যে অসংখ্য সুনিয়ম প্রবর্ত্তিত করিয়াছেন, তন্মধ্যে তাপ সংযোগে বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ একটী প্রধান। আমরা নিশ্বাস প্রশ্বাস দ্বারা জীবন ধারণ করি; বাহিরের বিশুদ্ধ বায়ু নিশ্বাস রূপে গৃহীত এবং শরীরাভ্যন্তরস্থ বিষাক্ত বায়ু প্রশ্বাসরূপে পরিত্যক্ত হয়।

এই প্রশ্বাস বায়ু এতদূর দূষিত যে উহা বারম্বার নিশ্বাসরূপে গৃহীত হইলে বিষের ন্যায় কার্য্য করিয়া প্রাণ নষ্ট করে। প্রশ্বাসবায়ু ঈষদুষ্ণ ইহা সকলেই পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন; উষ্ণতা হেতু ইহা বাহিরের বায়ু অপেক্ষা অধিক প্রসারিত সুতরাং অধিকতর লঘু—এজন্য ইহা সহজেই ঊর্দ্ধে উঠিয়া যায় এবং অপেক্ষাকৃত শীতল ও বিশুদ্ধ বায়ু চতুর্দ্দিক হইতে আসিয়া উহার স্থান অধিকার করে সুতরাং আমরা সর্ব্বদা বিশুদ্ধ বায়ু নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করিয়া জীবন ধারণ করিতে সক্ষম হই। এরূপ সুন্দর প্রাকৃতিক নিয়ম থাকিতে আমরা অজ্ঞতা হেতু বায়ু গমনাগমনের তাবৎ পথ রুদ্ধ করিয়া বহু জনে এক গৃহে বাস করি, একারণ সহজেই আমাদের শরীর বিষাক্ত বায়ু সেবনে রুগ্ন ও দুর্ব্বল হইয়া পড়ে। গ্রীষ্মকালের কথা দূরে থাকুক, শীতকালেও শয়ন গৃহের বায়ু সঞ্চালনের কতকগুলি পথ উন্মুক্ত রাখা উচিত। কার্পাস বা পশম নির্ম্মিত গরম কাপড় দ্বারা শরীর উত্তমরূপে আবৃত করতঃ দরজা জানালা খুলিয়া শয়ন করিলে ঠাণ্ডা লাগিবার কোন সম্ভাবনা থাকে না।

যাহা হউক দূষিত উষ্ণ প্রশ্বাস বায়ু নির্গমনের জন্য শয়নগৃহের দেওয়ালের উপরিভাগে কতকগুলি ছিদ্র রাখা আবশ্যক; এই সকল ছিদ্র দ্বারা প্রশ্বাস বায়ু সহজেই বহির্গত হইয়া যাইতে পারে। রোগীর গৃহের বায়ু-পথ সর্ব্বদা উন্মুক্ত রাখা উচিত, কিন্তু পাছে রোগীকে ঠাণ্ডা লাগে এই ভয়ে অনেকে বায়ু-পথের ক্ষুদ্র ছিদ্র পর্য্যন্তও বস্ত্র খণ্ড দ্বারা রুদ্ধ করিয়া রোগ বৃদ্ধির সহায়তা করেন।

সূর্য্য কিরণে ভূভাগ উত্তপ্ত হইলে তন্নিকটবর্ত্তী বায়ুও উত্তপ্ত ও প্রসারিত হয় সুতরাং লঘুত্ব হেতু ঊর্দ্ধগামী হইলে উপরিস্থিত অপেক্ষাকৃত শীতল বায়ু গুরুভার হেতু নিম্নগামী হইয়া উক্ত স্থান অধিকার করে। এরূপ না হইলে আমাদিগের চতুর্দ্দিকস্থ বায়ুরাশি ক্রমশঃ এত অধিক পরিমাণে উত্তপ্ত হইত যে আমরা কোন মতেই উহার মধ্যে বাস করিয়া জীবিত থাকিতে পারিতাম না। এই একই কারণে বায়ু এক স্থান হইতে অন্য স্থানে সঞ্চারিত হইতেছে উহা আমরা স্পর্শেন্দ্রিয় দ্বারা অনুভব করিয়া থাকি। বায়ুর সুখস্পর্শ মৃদু মন্দ আন্দোলন হইতে ভীষণ ঝটিকা পর্য্যন্ত এই একই নিয়মের অধীন। বহুজনপদ-ব্যাপী বিস্তৃত বায়ুরাশি অত্যুষ্ণ হইলে অতি দ্রুত ঊর্দ্ধগামী হয় এবং চতুর্দ্দিক্ হইতে অপেক্ষাকৃত শীতল বায়ুরাশি

প্রচণ্ড বেগে তৎক্ষণাৎ সেই স্থান অধিকার করে; এইরূপে বায়ুরাশির দ্রুত-গতি ও পরস্পর সংঘর্ষণে প্রবল ঝটিকা উৎপন্ন হয়।

সূর্য্য কিরণে সমুদ্রের জল শোষিত হইয়া বাষ্পরূপে ঊর্দ্ধে উত্থিত হয় এবং উপরিস্থিত শীতল বায়ু সংস্পর্শে সংহত হইলে মেঘের উৎপত্তি হয়। মেঘ প্রথমে সমুদ্রের ঊর্দ্ধভাগে আকাশে অবস্থিতি করে। যদি বায়ু না বহমান হইত তাহা হইলে মেঘ হইতে জল সমুদ্রেই নিপতিত হইত—পৃথিবীর অধিকাংশ স্থল জল ব্যতিরেকে মরুভূমির ন্যায় শুষ্ক থাকিত সুতরাং উদ্ভিদ্‌ ও প্রাণীগণের বাসের সম্পূর্ণ অনুপযোগী হইত। কিন্তু বায়ু চতুর্দ্দিকে সঞ্চরণ করে বলিয়া মেঘ সমুদ্রের উপরিভাগ হইতে ভূভাগের নানাস্থানে পরিচালিত হয় এবং বর্ষণ দ্বারা ধরাকে শস্যশালিনী ও জীবগণের বাসোপযোগী করে।

(২) পদার্থের অবস্থান্তর প্রাপ্তি—পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে তাপ সংযোগে পদার্থ মাত্রেই প্রসারিত হয়। ইহাও উল্লিখিত হইয়াছে যে প্রত্যেক পদার্থের অণুসমষ্টির পরস্পরের মধ্যে একটী স্বাভাবিক আকর্ষণী-শক্তি আছে। এই শক্তি দ্বারা উহারা পরস্পর দৃঢ়রূপে সংবদ্ধ থাকে। তাপ প্রয়োগে এই আকর্ষণীশক্তি হীনবল হইয়া পড়ে সুতরাং অণু সকল পরস্পর হইতে পৃথক্‌ হইয়া পদার্থের প্রসারণ অর্থাৎ আয়তন বৃদ্ধি করে। পদার্থ প্রসারিত হইলে উহার ঘনত্বের হ্রাস হয়। এই রূপে তাপ সংযোগে নিরেট পদার্থ তরল বা বায়বীয় অবস্থা প্রাপ্ত হইয়া থাকে এবং তাপ অপসৃত হইলে সঙ্কোচন হেতু বায়বীয় পদার্থ প্রথমতঃ তরল পরে নিরেট অবস্থা প্রাপ্ত হয়। অত্যধিক তাপ সংযোগে অধিকাংশ নিরেট পদার্থকেই বাষ্পাকারে এবং তাপ অধিক পরিমাণে অপসারিত করিলেই বায়বীয় পদার্থকে নিরেট অবস্থায় পরিণত করা যাইতে পারে।

দ্রবণ (**Fusion**)—কতকগুলি নিরেট পদার্থ তাপ সংযোগে তরলত্ব প্রাপ্ত হয় না; কাগজ, কাষ্ঠ প্রভৃতি পদার্থ তাপ সংযোগে দগ্ধ হইয়া বিশ্লিষ্ট ও ভস্মীভূত হইয়া যায়।

প্রত্যেক পদার্থই একটী নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় দ্রব হইতে আরম্ভ হয়। পদার্থভেদে দ্রবণের তাপ-মাত্রা (**melting point**) ভিন্ন ভিন্ন হইয়া থাকে।

মোম ৬৪°C তাপ-মাত্রায় দ্রব হইতে আরম্ভ হয়; স্বর্ণ ১১০০°C তাপ-মাত্রায় গলিয়া যায়।

উত্তাপ যতই অধিক হউক না কেন, কোন বস্তু যে তাপ-মাত্রায় দ্রব হইতে আরম্ভ হয় উহা সম্পূর্ণরূপে দ্রব না হইলে উক্ত তাপ-মাত্রার বৃদ্ধি হয় না। বরফের তাপ-মাত্রা 0°C—এক খণ্ড বরফ অগ্নি সন্নিধানে রাখিয়া দিলে উত্তাপের আধিক্য হেতু উহা শীঘ্র শীঘ্র গলিতে থাকে বটে কিন্তু যতক্ষণ না সম্পূর্ণ গলিয়া যায় তাপমান-যন্ত্র দ্বারা দ্রবীভূত জলের তাপ-মাত্রা পরিমিত হইলে পূর্ব্ববৎ 0°C আছে দেখা যাইবে। সমস্ত বরফ গলিয়া জল হইয়া গেলে পর উহাতে যত অধিক তাপ সংক্রামিত হয়, ততই উহার তাপ-মাত্রা বর্দ্ধিত হইতে থাকে।

প্রচ্ছন্নতাপ (Latent heat)—পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে তাপ সংযোগেই পদার্থ তরলত্ব প্রাপ্ত হয়। বরফ গলিয়া জল হইবার সময় উক্ত জলের তাপ-মাত্রা বরফের তাপ-মাত্রা হইতে ভিন্ন নহে—অর্থাৎ 0°C। এক্ষণে স্বভাবতই প্রশ্ন হইতে পারে যে নিরেট বরফ দ্রব হইয়া জল অর্থাৎ তরল অবস্থা প্রাপ্ত হইতে তাপের প্রয়োজন হয় না কেন? বরফ তরল অবস্থায় পরিণত হইতে অবশ্যই তাপের প্রয়োজন হয় কিন্তু সেই তাপ তাপমান-যন্ত্র দ্বারা পরিমাণ করিতে পারা যায় না; শুদ্ধ বরফকে তরল অবস্থায় রাখিবার জন্যই সেই তাপের প্রয়োজন হয় এবং উহা প্রচ্ছন্ন ভাবে বরফ জলের মধ্যে অবস্থিতি করে—এই তাপকে জলের প্রচ্ছন্নতাপ কহে। ইহা তাপ মান-যন্ত্র দ্বারা পরিমিত হয় না। এইরূপে যে তাপকে তাপমান-যন্ত্র দ্বারা পরিমাণ করিতে পারা যায় না তাহাকে প্রচ্ছন্ন তাপ কহে। তাপমান-যন্ত্র দ্বারা পরিমেয় তাপ প্রকাশ্য তাপ (Sensible heat) বলিয়া অভিহিত, ইহা ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে।

৩। তাপের উৎপত্তি স্থল।

(১) সূর্য্য—সূর্য্যই তাপের প্রধান উৎপত্তি স্থল। সূর্য্য নিজে স্বপ্রকাশ ও তেজোময় পদার্থ, ইহা দ্বারা পৃথিবীর উপরিভাগ ও সমগ্র পদার্থ উত্তপ্ত হয়। কিন্তু সূর্য্যের উত্তাপ ভূ-গর্ভের অধিক দূর পর্য্যন্ত প্রবেশ করিতে পারে না। সূর্য্য না থাকিলে জীব বা উদ্ভিদ্‌গণ প্রাণ ধারণ করিতে পারিত না।

(২) ভূ-গর্ভ-নিহিত তাপ—ভূ-গর্ভ মধ্যে যে প্রচণ্ড উত্তাপ সঞ্চিত রহিয়াছে,তাহা হইতেও আমরা তাপ প্রাপ্ত হই। পৃথিবীর উপরিভাগ হইতে প্রায় ৬০ হাত পর্য্যন্ত নিম্নে খনন করিলে উত্তাপ ক্রমশঃ মন্দীভূত ও শীতলতা অনুভূত হয়, কিন্তু তাহার নিম্নে যতই খনন করা যায় ততই তাপের আধিক্য দৃষ্ট হয়। ৬০০ হাত নিম্নে ভূ-গর্ভের তাপ-মাত্রা ১০০°C অর্থাৎ সে স্থল এত উত্তপ্ত যে তথায় জল স্বতই ফুটিতে থাকে। ক্রমশঃ ২০ বা ৩০ মাইল নীচে তাপ এত অধিক যে প্রস্তর, ধাতু প্রভৃতি নিরেট পদার্থও সে স্থলে তরলাবস্থা প্রাপ্ত হইয়া অবস্থিতি করে। আগ্নেয়গিরি হইতে যে দ্রবীভূত ধাতু বা প্রস্তরের স্রোত নির্গত হয়, ভূ-গর্ভস্থ প্রচণ্ড তাপ প্রভাবেই তাহা সংসাধিত হইয়া থাকে।

(৩) ঘর্ষণ (Friction)—দুইটী পদার্থের পরস্পর সংঘর্ষণেও তাপের উৎপত্তি হয়। গাড়ি চলিলে চক্রের লৌহবেড় প্রস্তরময় পথের সহিত ঘর্ষণে উত্তপ্ত হয়।

৪র্থ পরীক্ষা।—এক খানি স্প্যাচুলা (Spatula) বালিতে ঘর্ষণ করিয়া স্পর্শ কর, উত্তাপ অনুভূত হইবে এবং উহা দ্বারা এক খণ্ড ফস্‌ফরস্ স্পর্শ কর তাহা তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠিবে।

এতদ্ভিন্ন হাতে হাতে ঘর্ষণ করিলেও উত্তাপ সমুদ্ভূত হয়।

(৪) ঘাত (Percussion)—ইহাও তাপোৎপত্তির অন্যতম কারণ।

৫ম পরীক্ষা—একটী লৌহময় পদার্থে বারম্বার হাতুড়ির আঘাত করিলে উহা উত্তপ্ত হয়। পরে তদ্দ্বারা একখণ্ড ফস্‌ফরস্ স্পর্শ করিলে তাহা তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠে।

(৫) চাপ (Pressure)—চাপ দ্বারাও তাপের উৎপত্তি হইয়া থাকে।

৬ষ্ঠ পরীক্ষা।—একটী বৃহদায়তন নিম্নমুখবদ্ধ কাচের পিচ্‌কারীর মধ্যস্থিত দণ্ডের (Piston) প্রান্তভাগে অল্প পরিমাণে গন্‌কটন্ (Gun cotton) জড়াইয়া দণ্ডটী যথাস্থানে সন্নিবেশিত করিয়া সজোরে নিম্নদিকে ঠেলিয়া দিলে অভ্যন্তরস্থ বায়ুর পেষণহেতু এত উত্তাপ উদ্ভূত হয় যে গন্‌কটন্ তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠে। এই পিচ্‌কারীকে ইংরাজীতে ফায়ার্ সিরিঞ্জ (Fire syringe) কহে। ইহার গঠনপ্রণালী সাধারণ পিচ্‌কারী হইতে বিভিন্ন।

(৬) রাসায়নিক সম্মিলন (Chemical combination)—রাসায়নিক সম্মিলন তাপোৎপত্তির একটী প্রধান কারণ।

যখনই দুই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয়, তখনই অল্প বা অধিক তাপ সমুদ্ভূত হইয়া থাকে, অধিকন্তু সময়ে সময়ে আলোকও উৎপন্ন হয়। অনাবৃত স্থানে অথবা আর্দ্র বায়ু মধ্যে রক্ষিত লৌহ খণ্ডের সহিত বায়ুস্থিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সম্মিলনে মরিচা (Rust) উৎপন্ন হয়, কিন্তু এস্থলে রাসায়নিক মিলন এত মৃদু ভাবে ঘটিয়া থাকে যে তদুদ্ভূত তাপ আমরা সহজে অনুভব করিতে পারি না। কিন্তু পাইরোফোরস্ আয়রণ্ (Pyrophorous iron) নামক প্রক্রিয়া বিশেষে প্রস্তুত এক প্রকার বিশুদ্ধ লৌহচূর্ণ বায়ুস্পর্শ মাত্রেই অক্সিজেনের সহিত এরূপ সতেজে মিলিত হয় যে তাহা হইতে কেবল উত্তাপ নহে অগ্নি স্ফুলিঙ্গ পর্য্যন্তও নির্গত হইয়া থাকে, এজন্য এই পদার্থ সর্ব্বদা দুই মুখ বন্ধ বায়ুশূন্য কাচ নলের মধ্যে রক্ষিত হয়; পরীক্ষার সময় ঐ নলের এক মুখ ভাঙ্গিয়া বায়ু মধ্যে উক্ত চূর্ণ নিক্ষেপ করিলে উহা অগ্নিময় দেখায়।

উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ (Sulphuric Acid) জলের সহিত মিশ্রিত করিলেই উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া সমধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয়।

৭ম পরীক্ষা।—একটী কাচের পরীক্ষা নলে (Test tube) উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ রাখিয়া তন্মধ্যে জল ঢালিয়া দিলেই উহা সশব্দে ফুটিয়া উঠে এবং এত অধিক তাপ উৎপাদন করে যে পরীক্ষা নলটী ক্ষণকাল মধ্যে সাতিশয় উষ্ণ হইয়া উঠে। এক্ষণে ইহার মধ্যে কিঞ্চিৎ ঈথর্ (Ether) ঢালিয়া দিলে উহা ফুটিতে থাকে।

কাষ্ঠ বা পাথুরিয়া কয়লা পুড়িলে যে তাপ উদ্ভূত হয় তাহাও রাসায়নিক সম্মিলনের ফল মাত্র। কাষ্ঠ বা কয়লার মধ্যে কার্ব্বণ্ ও হাইড্রোজেন্ থাকে, দগ্ধ হইবার সময় ইহারা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প ও জল উৎপাদন করে। এই রাসায়নিক সম্মিলনের ফল স্বরূপ উত্তাপ ও আলোক উৎপাদিত হয়। বাঁখারি চুণ (Quick lime) জলের সহিত মিশ্রিত করিলে এত অধিক উত্তাপ সমুদ্ভূত হয় যে উহা সশব্দে ফুটিতে থাকে। চুণ (Calcium Oxide) ও জল এতদুভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়াই এত অধিক উত্তাপ উৎপন্ন হয়। রাসায়নিক বিশ্লেষণে (Chemical decomposition) উত্তাপ উৎপাদিত না হইয়া অপহৃত হয়। যৌগিক পদার্থ যে যে উপাদানে বিশ্লিষ্ট হয় তাহারাই তাপ শোষণ করিয়া লয়

এবং যখন তাহাদিগের পুনরায় রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয় তখনই উক্ত শোষিত তাপ পুনঃ প্রকাশমান হইয়া থাকে। যে স্থলে দুইটী যৌগিকের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical action) উপস্থিত হইয়া প্রথমতঃ বিশ্লেষণ ও তৎপরে মিলন সংঘটিত হয় সেই স্থলে তাপ প্রথমতঃ শোষিত ও পরে পুনঃ প্রকাশিত হয়।

৪। দাহন (Combustion)

আমরা প্রতিনিয়ত দাহন কার্য্যের ভূরি ভূরি দৃষ্টান্ত দেখিতে পাই। কাষ্ঠ, কয়লা প্রভৃতি পোড়াইয়া আমরা রন্ধনাদি কার্য্য সমাধা করিয়া থাকি• এবং রাত্রিকালে কোল্ গ্যাস, কেরোসিন, তৈল, মোমবাতি প্রভৃতি জ্বালাইয়া আলোক উৎপাদন করতঃ সূর্য্যালোকের অভাব মোচন করি। ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে কোন দুইটী পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইলেই তাপ সমুদ্ভূত হয় ; এবং কাষ্ঠ বা কয়লা, বাতি বা তৈল পুড়িবার সময় বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত উহাদিগের রাসায়নিক সম্মিলন হয় তাহারও উল্লেখ করা গিয়াছে। রাসায়নিক সম্মিলনে উৎপন্ন তাপ যখনই এত প্রবল হয় যে তদ্দারা মিলিত পদার্থ সকল জ্বলিয়া উঠে তখনই আমরা উক্ত ক্রিয়াকে দাহন বলিয়া থাকি।

এতদ্ব্যতিরেকে আলোক নিসৃত না হইলেও কখন কখন পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলন দাহন বলিয়া উক্ত হয়। আমাদিগের শরীরের মধ্যে নিরন্তর এইরূপ দাহন ক্রিয়া ঘটিতেছে—আমরা নিশ্বাসের সহিত যে অক্সিজেন বাষ্প গ্রহণ করি তাহা শোণিতের সহিত মিশ্রিত হইয়া সমস্ত শরীরে সঞ্চারিত হওতঃ উক্ত দাহন কার্য্য সম্পাদন করে। এইরূপ দাহন ক্রিয়াকে আমরা মৃদুদাহন (Slow combustion) কহিয়া থাকি।

দাহ্য ও দাহক পদার্থ—কাষ্ঠ, কয়লা, কোল্ গ্যাস প্রভৃতি যে সকল পদার্থ দগ্ধ হয় তাহাদিগকে দাহ্য (Inflammable or combustible) পদার্থ কহে, এবং অক্সিজেন্ প্রভৃতি যে সকল পদার্থ দাহন ক্রিয়ার সহায়তা করে তাহাদিগকে দাহক (Supporter of combustion) কহে। কোন কোন পদার্থ স্থল বিশেষে দাহ্য ও দাহক উভয়বিধ পদার্থের ক্রিয়া প্রদর্শন করে। অক্সিজেন্

এবং হাইড্রোজেন্ ইহার উত্তম দৃষ্টান্ত স্থল। হাইড্রোজেন্ বাষ্প দাহ্য, ইহা জ্বালাইলে নিষ্প্রভ (Non-luminous) শিখা নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকে কিন্তু সহজে দাহকের কার্য্য করে না অর্থাৎ কোন জ্বলন্ত পদার্থকে উক্ত বাষ্পমধ্যে নিমজ্জিত করিলে উহা তৎক্ষণাৎ নির্ব্বাপিত হয়।

৮ম পরীক্ষা।—এক বোতল হাইড্রোজেন্ মধ্যে একটী জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও; বাতিটী তৎক্ষণাৎ নিবিয়া যাইবে কিন্তু হাইড্রোজেন্ বাষ্প বোতলের মুখে জ্বলিতে থাকিবে।

অক্সিজেন্ বাষ্প দাহক অর্থাৎ কোন জ্বলন্ত পদার্থ উক্ত বাষ্পের মধ্যে প্রবেশ করাইলে প্রবল তেজের সহিত দাহন ক্রিয়া সম্পাদিত হয়; কিন্তু ইহা সহজে দাহ্য নহে অর্থাৎ অগ্নি সংযোগে জ্বলিয়া উঠে না।

৯ম পরীক্ষা।—এক বোতল অক্সিজেন্ মধ্যে একটী জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও; বাতিটী সতেজে জ্বলিতে থাকিবে কিন্তু অক্সিজেন্ জ্বলিবে না।

এক্ষণে যদি হাইড্রোজেন্-বাষ্পপূর্ণ কোন কাচ পাত্রের মধ্যে একটী নল দ্বারা অক্সিজেন্ বাষ্প প্রবেশ করাইয়া উহাতে অগ্নি সংযোগ করা যায় তাহা হইলে নলের মুখে অক্সিজেন্ বাষ্প জ্বলিতে থাকে। এস্থলে অক্সিজেন্ দাহ্য এবং হাইড্রোজেন্ দাহকের ক্রিয়া প্রদর্শন করে।

স্ফোটন (Explosion)—কখন কখন দাহ্য ও দাহক উভয় পদার্থ একত্রে মিশ্রিত হইয়া অগ্নি সংযুক্ত হইলে সশব্দে জ্বলিয়া মিলিত হয়। মিলনের সময় অত্যধিক উত্তাপ সমুদ্ভূত হইয়া সহসা উৎপন্ন বাষ্প সমূহের আয়তনের অত্যধিক বৃদ্ধি সাধন করে। বর্দ্ধিতায়তন বাষ্পসমূহ চতুষ্পার্শ্বস্থিত বায়ুরাশির সহিত সংঘর্ষিত হইয়া প্রচণ্ড শব্দ উৎপাদন করে—এই প্রকার ক্রিয়াকে স্ফোটন কহে; এবং যে পদার্থের স্ফোটন হয় তাহাকে স্ফোটন-শীল (Explosive) কহে।

১০ম পরীক্ষা।—একটী সোডা ওয়াটারের বোতল ২ আয়তন হাইড্রোজেন্ এবং ১ আয়তন অক্সিজেন্ দ্বারা পূর্ণ করিয়া ছিপি বদ্ধ কর; পরে ঐ বোতলটীর উপর তোয়ালে অথবা অন্য কোন মোটা কাপড় দ্বারা উত্তম রূপে জড়াইয়া ছিপি খুলিয়া উহার মুখ অগ্নিশিখায় ধারণ কর, অগ্নি সংযোগে বোতলস্থ দুইটী বাষ্প প্রচণ্ড শব্দে মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত হইবে।

বারুদ স্ফোটন-শীল পদার্থের একটী উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত; যদি বারুদকে কাগজ, মাটী অথবা বাঁশের খোলের মধ্যে পুরিয়া পলিতা দ্বারা অগ্নি-সংযুক্ত করা যায়

তাহা হইলে বারুদের স্ফোটন হয় এবং ঐ খোলটী অনেক সময়ে চূর্ণ হইয়া যায়। এই একই কারণে বন্দুক বা কামান ছুড়িলে ভয়ঙ্কর শব্দ হইয়া থাকে, এবং গুলি সতেজে দূরে নিক্ষিপ্ত হয়। এই কারণে পর্ব্বতখণ্ড বা কোন কঠিন গাঁথনি সহজে উৎপাটিত করিবার জন্য বারুদ ব্যবহৃত হয়।

অধুনা বারুদের পরিবর্ত্তে ডাইনামাইট্ (Dynamite) নামক এক ভয়ানক স্ফোটন-শীল পদার্থ ব্যবহৃত হইতেছে। সামান্য আঘাতেই এই পদার্থের স্ফোটন উপস্থিত হয় কিন্তু অগ্নি সংযোগ করিলে কোনরূপ স্ফোটন না হইয়া উহা শুদ্ধ জ্বলিয়া উঠে। এই পদার্থের স্ফোটন এরূপ ভয়ানক তেজস্কর যে ইহা অল্প পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া কত বৃহৎ বৃহৎ অট্টালিকা একেবারে ভূমিসাৎ হইয়াছে। ইউরোপে রাজদ্রোহীগণ এই পদার্থ গাড়ির চাকার নীচে নিক্ষেপ করতঃ অনেক সময়ে সম্ভ্রান্ত রাজকর্ম্মচারী ও রাজার প্রাণ বিনাশের চেষ্টা করিয়া থাকে।

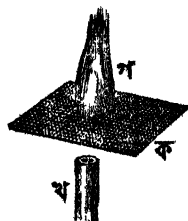
শিখা (Flame)—সূর্য্য দিবাভাগে সমস্ত পৃথিবীতে অত্যুজ্জ্বল আলোক প্রদান করেন। রাত্রিকালে তদভাবে আমরা দীপ জ্বালাইয়া কার্য্য করিতে সক্ষম হই। প্রজ্বলিত শিখা হইতে আলোক উৎপন্ন হয়; কোল্ গ্যাস, কেরোসিন, মোমবাতি বা তৈলের প্রদীপ যাহাই জ্বলুক না কেন, উক্ত পদার্থ বাষ্পাকারে দগ্ধ হইয়া জ্বলন্ত শিখা উৎপাদন করে এবং ঐ শিখা হইতেই আলোকের উৎপত্তি হয়। কোল্ গ্যাস (Coal gas) স্বভাবতঃ বাষ্পাকারে থাকে বলিয়া জ্বলিবার সময় স্বরূপ পরিবর্ত্তন করে না। কিন্তু মোমবাতি, কেরোসিন্ বা অন্য তৈল জ্বলিবার সময় উত্তাপ সংযোগে অগ্রে বাষ্পরূপে পরিণত হয়, পরে অধিকতর তাপ সংযোগে জ্বলিয়া শিখা ও আলোক উৎপাদন করে।

কোন কারণে তাপ অপহৃত হইলে জ্বলন্ত শিখা নির্ব্বাপিত হয়। প্রত্যেক বাষ্পের জ্বলিবার একটী স্বতন্ত্র তাপ-মাত্রা আছে, উহার ন্যূনে উক্ত বাষ্প কোন মতেই জ্বলিতে পারে না। কোন বাষ্প যাবৎ জ্বলিবার নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রা প্রাপ্ত না হয় তাবৎ উহা কদাচ জ্বলিবে না; এই কারণেই শীতল পদার্থ সংযোগে কোন জ্বলন্ত শিখার তাপ-মাত্রা হ্রাস হইলে উক্ত শিখা নির্ব্বাপিত হইয়া যায়।

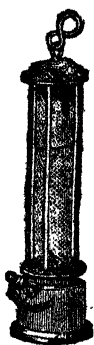
১১শ পরীক্ষা—একটী জ্বলন্ত কোল্ গ্যাসের শিখার মধ্যস্থলে একখানি সূক্ষ্ম লৌহ-তার নির্ম্মিত জাল স্থাপন কর, জালের উপরিস্থিত শিখা নির্ব্বাপিত হইবে, কেবল মাত্র জালের নিম্নস্থ শিখা জ্বলিতে থাকে।

এস্থলে গ্যাস যদিও লৌহ জালের ছিদ্র মধ্য দিয়া উপরে উঠিতে থাকে তথাপি উহা জ্বলে না; ইহার কারণ এই জ্বলন্ত শিখার যে স্থানে লৌহজাল সংলগ্ন হয় তাহার তাপ-মাত্রা এত কমিয়া যায় যে জালের উপরিস্থিত গ্যাস জ্বলিবার নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় উপনীত হয় না সুতরাং শিখাটী নিবিয়া যায়।

১২শ পরীক্ষা—একটী পাত্রে শোধিত সুরা (Rectified spirit) রাখিয়া অগ্নি সংযোগ করিলে উহা জ্বলিতে থাকে। এক্ষণে এই জ্বলন্ত সুরাকে যদি আমরা ভূমিতে নিক্ষেপ করি তাহা হইলে ইহা জ্বলিতে জ্বলিতে পড়ে এবং ভূমিতে পড়িয়াও জ্বলিতে থাকে, কিন্তু একটী সূক্ষ্ম তারের জালের ভিতর দিয়া ঢালিলে শিখার তাপ অপহৃত হয় বলিয়া সুরা পূর্ব্বোক্তরূপ জ্বলিতে জ্বলিতে পড়ে না।

১৩শ পরীক্ষা—নল (৬ষ্ঠ চিত্র, খ) হইতে নিসৃত কোল্ গ্যাসের মধ্যে এক খানি লৌহ তারের জাল (ক) স্থাপন করিয়া উপরে অগ্নি সংযোগ করিলে উপরোক্ত কারণে জালের উপরিস্থিত গ্যাস (গ) জ্বলিতে থাকে, নিম্নস্থ গ্যাস জ্বলে না।

৬ষ্ঠ চিত্র।

ডেভির আবিষ্কৃত দীপ—সুপ্রসিদ্ধ বৈজ্ঞানিক স্যর্ হম্ফ্রে ডেভি (Sir Humphrey Davy) প্রথমতঃ উপরোক্ত সহজ তত্ত্ব আবিষ্কার করেন এবং এই তত্ত্ব অনুসরণ করিয়া যে এক স্বনাম-খ্যাত দীপ (Davy's Safety Lamp) নির্ম্মাণ করিয়াছেন তাহা মানবজাতির যে কি অশেষ মঙ্গল সংসাধন করিতেছে তাহার ইয়ত্তা করা যায় না। খনির মধ্যে সময়ে সময়ে জলা-বাষ্প (Marsh gas) বহুল পরিমাণে উৎপন্ন হয় এবং বায়ুর সহিত মিশ্রিত হওতঃ স্ফোটন-শীল মিশ্র বাষ্পে পরিণত হইয়া তন্মধ্যে অবস্থিতি করে। শ্রমজীবিগণ কার্য্যোপলক্ষে খনির মধ্যে আলোক লইয়া গেলে ঐ মিশ্র বাষ্প অতর্কিতভাবে জ্বলিয়া উঠে এবং এইরূপে শত সহস্র লোক অকস্মাৎ প্রজ্জ্বলিত অগ্নিমধ্যে অকালে কালগ্রাসে পতিত হয়। একে খনি অন্ধকারময়, আলোক না লইয়া গেলে সেখানে কার্য্য করিতে পারা যায় না,

অথচ আলোক লইয়া গেলেও সময়ে সময়ে এইরূপ ভয়ঙ্কর বিপদ উপস্থিত হয়। এই ভয়াবহ দুর্ঘটনা নিবারণের কোন উপায় আবিষ্কৃত হইতে পারে কি না তাহাই ডেভির নিয়ত চিন্তার বিষয় ছিল। অবশেষে তিনি অসাধারণ প্রতিভাবলে এমন একটী দীপ নির্ম্মাণ করিলেন যাহা খনির মধ্যে লইয়া গেলে উক্ত স্থান আলোকিত হয় অথচ স্ফোটন-শীল বাষ্প থাকিলে জ্বলিয়া উঠে না। এই দীপের গঠনপ্রণালী অতি সরল—চতুর্দ্দিকে লৌহ জাল বেষ্টিত, একটী সাধারণ দীপ (৭ম চিত্র) ব্যতীত ইহা অপর কিছুই নহে। খনির মধ্যে লইয়া গেলে স্ফোটন-শীল বায়ু-মিশ্রিত জলা-বাষ্প লৌহ জালের অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট হইয়া আলোক সংস্পর্শে জ্বলিতে থাকে কিন্তু লৌহ জাল ব্যবধান থাকিবার জন্য অভ্যন্তরস্থ শিখা এত তেজোহীন হইয়া পড়ে যে বাহিরের মিশ্র বাষ্প জ্বলনের নির্দ্দিষ্ট তাপ-মাত্রায় উপনীত হইতে পারে না, সুতরাং উহা জ্বলিয়া উঠে না। ডেভির দীপ সাহায্যে শ্রমজীবিগণ খনির মধ্যে নিরাপদে কার্য্য করিতে সক্ষম হয়। ডেভির দীপ আবিষ্কৃত হওয়া পর্য্যন্ত কত

৭ম চিত্র।

সহস্র সহস্র লোকের যে প্রাণ রক্ষা হইয়াছে ও হইতেছে তাহার সংখ্যা করা যায় না। ফলতঃ বিবিধ বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব আবিষ্কৃত হইয়া প্রতিনিয়ত সংসারের যে সুমহৎ মঙ্গল সাধন করিতেছে এবং বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতেরা জগতের কিরূপ মহোপকারক তাহা এই এক ডেভির দীপ দ্বারা সুস্পষ্ট প্রমাণিত হইতেছে।

শিখার ঔজ্জ্বল্য—শিখার মধ্যে নিরেট পদার্থ বিদ্যমান থাকিয়া উহার ঔজ্জ্বল্য সম্পাদন করে, নিরেট পদার্থ যত অধিক পরিমাণে থাকে শিখাও তত অধিকতর উজ্জ্বল প্রতীয়মান হয়।

হাইড্রোজেন্ বাষ্প জ্বালাইলে উহার শিখা সহজে দেখিতে পাওয়া যায় না কিন্তু এক খণ্ড প্ল্যাটিনম্ তার উক্ত শিখার মধ্যে ধারণ করিলে শিখা উজ্জ্বল হইয়া দৃষ্টিগোচর হয়।

অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া জ্বালাইলে উহার শিখা প্রায় অদৃশ্য থাকে কিন্তু উহার উত্তাপ সাতিশয় প্রবল হয়; এই

অনুজ্জ্বল প্রায় শিখার মধ্যে এক খণ্ড শুষ্ক চূণের বাতি (Lime cylinder) ধারণ করিলে উহা অত্যধিক উজ্জ্বল আলোক বিতরণ করে। ইংরাজীতে ইহাকে লাইম্ লাইট্ (Lime light) কহে। এই আলোক এত অধিক উজ্জ্বল ও তেজস্কর যে বহুদূর হইতে উহা দৃষ্টিগোচর হয়, একারণ সমুদ্রপথে আলোক-স্তম্ভে (Light-house) এই আলোক প্রদত্ত হইয়া থাকে।

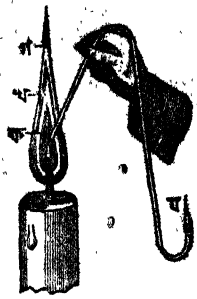
আমরা সচরাচর যে সকল দীপ জ্বালাইয়া থাকি, অঙ্গারের অতি সূক্ষ্ম-কণাসমূহ তন্মধ্যে বিদ্যমান থাকিয়া শিখার ঔজ্জ্বল্য সম্পাদন করে। উত্তাপ সংযোগে নিরেট সূক্ষ্ম অঙ্গারকণা সমূহ শ্বেতবর্ণ ধারণ করে এবং তজ্জন্য শিখা উজ্জ্বল দেখায়। উজ্জ্বল শিখার মধ্যে অঙ্গারকণার অস্তিত্ব আমরা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করিতে পারি।

১৪শ পরীক্ষা।—শিখার উপরি ভাগে এক খণ্ড কাচ বা অন্য পদার্থ ধারণ করিলে উহাতে কাল দাগ পড়ে, ইহা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অঙ্গার কণার সমষ্টি মাত্র। শিখার মধ্যে অঙ্গারকণা না থাকিলে কখনই কোন পদার্থের উপর ভূষা পড়ে না।

যদি কোন উপায়ে শিখাস্থ অঙ্গারকণাসমূহ সম্পূর্ণ দগ্ধ করিয়া কার্ব্বণিক্ য়্যাসিড্ বাষ্পে পরিণত করা যায় তাহা হইলে শিখার ঔজ্জ্বল্য বিনষ্ট হয় অর্থাৎ উহা নিস্প্রভ হইয়া পড়ে কিন্তু উহার উত্তাপ সমধিক প্রবল হয়। বুন্‌সেন্ (Bunsen) নামক বিখ্যাত জর্ম্মান্ বৈজ্ঞানিক কৌশলে কোল্ গ্যাসের নলের মধ্যে বায়ু প্রবেশ করাইয়া শিখাকে নিস্প্রভ অথচ অত্যধিক তাপ সম্পন্ন করিতে সক্ষম হইয়াছেন। কোল্ গ্যাসের নলের নিম্ন প্রদেশে বায়ু প্রবেশের কতকগুলি ছিদ্র রাখিয়া এই কার্য্য সম্পন্ন করিয়াছেন। এই সকল ছিদ্র দিয়া গ্যাসের সহিত বায়ু মিশ্রিত হয়। এই মিশ্র বাষ্পের মধ্যে অধিক অক্সিজেন্ থাকে বলিয়া উহা জ্বালাইলে সূক্ষ্ম অঙ্গারকণাসমূহ অধিক অক্সিজেন্ সংযোগে সম্পূর্ণ দগ্ধ হইয়া কার্ব্বণিক্ য়্যাসিডে পরিণত হয়, সুতরাং নিরেট পদার্থের অভাবে শিখার ঔজ্জ্বল্য একেবারে নষ্ট হয় কিন্তু শিখার উত্তাপ সমধিক প্রবল হয়। ছিদ্রগুলি বস্ত্রখণ্ড দ্বারা রুদ্ধ করিলে শিখা পুনরায় উজ্জ্বল হইয়া উঠে।

শিখার গঠন—প্রত্যেক জলন্ত শিখা তিন অংশে বিভক্ত, যথা—

৮ম চিত্র।

১ম। কৃষ্ণবর্ণ আভ্যন্তরিক অংশ (Dark central zone)—শিখার ঠিক মধ্যস্থলে এই অংশ (পার্শ্বস্থ চিত্র মধ্যে ক) দৃষ্টিগোচর হয়, ইহাতে উত্তাপ বা আলোক কিছুই থাকে না। এস্থলে দাহ্য বাষ্প অদগ্ধাবস্থায় বিদ্যমান থাকে।

১৫শ পরীক্ষা।—একটী সরু দ্বিমুখ বক্র কাচনলের (৮ম চিত্র, ঘ) একমুখ শিখার আভ্যন্তরিক অংশে স্থাপন করিয়া অপর মুখ দ্বারা নলস্থিত বায়ু শোষণ করিয়া লইলে উহা হইতে দাহ্য বাষ্প নির্গত হয় এবং ঐ বাষ্প অগ্নি সংযোগে জ্বলিয়া উঠে।

১৬শ পরীক্ষা।—একটী স্পিরিট্ বাতির শিখার উপরিভাগে একখণ্ড কাগজ ক্ষণকালমাত্র ধারণ করিয়াই সরাইয়া লইলে কাগজের উপর একটী কৃষ্ণবর্ণ গোলাকার রেখাপাত হয়, ঐ রেখার মধ্যস্থল শ্বেতবর্ণ থাকে। শিখার মধ্যস্থলে আলোক থাকিলে এরূপ বিভিন্নতা দৃষ্ট হইত না।

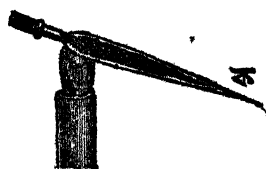
১৭শ পরীক্ষা।—এক পোর্শিলেন্ (Porcelain) পাত্রের মধ্যস্থলে একটী ছিপি স্থাপন করতঃ তদুপরি কিঞ্চিৎ বারুদ রাখিয়া ঐ পাত্রের চতুষ্পার্শ্বে সুরা-সার ঢালিয়া অগ্নি সংযোগ কর—চতুর্দ্দিক ব্যাপিয়া প্রবল বেগে শিখা জ্বলিলেও মধ্যস্থিত বারুদ জ্বলিয়া উঠিবে না। ইহার কারণ এই যে শিখার মধ্যস্থলে সুরা-সার বাষ্পরূপে অদগ্ধাবস্থায় অবস্থিতি করে সুতরাং বারুদ জ্বলিয়া উঠে না।

২য়। উজ্জ্বল মধ্যাংশ (Luminous zone)—শিখার এই অংশের (৮ম চিত্র, খ) উত্তাপ তাদৃশ অধিক নহে। ইহাতে অঙ্গারের ভাগ অধিক এবং অক্সিজেনের ভাগ অল্প পরিমাণে থাকে। অঙ্গারকণাসমূহ উত্তপ্তাবস্থায় সহজে অক্সিজেন্ গ্রহণ করে বলিয়া শিখার এই অংশকে অক্সিজেন্-গ্রাহক শিখা (Reducing flame) কহে। কোন ধাতুর যৌগিককে এই অংশে উত্তপ্ত করিলে মূল ধাতুটী যৌগিক হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

৩য়। অদৃশ্য-প্রায় বাহ্যিক অংশ (Non-luminous zone)—শিখার এই অংশের (৮ম চিত্র, গ) উত্তাপ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক কারণ ইহাতে অক্সিজেন্ অধিক পরিমাণে থাকে। শিখার এই অংশে সূক্ষ্ম অঙ্গারকণাসমূহ অধিক

অক্সিজেন্ সংযোগে সম্পূর্ণরূপে দগ্ধ হইয়া কার্ব্বণিক্ য়্যাসিড্ (Carbonic Acid) বাষ্পে পরিণত হয় সুতরাং নিরেট পদার্থের অভাবে ইহা উজ্জ্বল না হইয়া অদৃশ্য-প্রায় থাকে। শিখার এই অংশে অক্সিজেন্ অধিক থাকে বলিয়া ইহাকে অক্সিজেন্-প্রদায়ক শিখা (Oxidising flame) কহে।

এতদ্ভিন্ন বাঁক্নল (Blowpipe) সাহায্যে পাতিত শিখার উজ্জ্বল মধ্যাংশকে (৯ম চিত্র, খ) অক্সিজেন্-গ্রাহক এবং অদৃশ্য-প্রায় বাহ্যাংশকে (ক) অক্সিজেন্-প্রদায়ক শিখা কহে।

৯ম চিত্র।

তাপ সম্বন্ধে অন্যান্য জ্ঞাতব্য বিষয় নির্ব্বাচিত পাঠ্য প্রবন্ধের অন্তর্ভূত নহে বলিয়া এস্থলে তাহা লিখিত হইল না।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

—o—

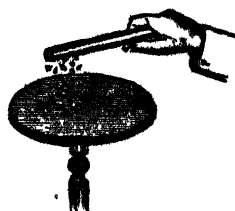
তাড়িত (ELECTRICITY)

তাড়িত যে কি পদার্থ এ পর্য্যন্ত তাহা নির্ণীত হয় নাই, কিন্তু ইহার নানা কার্য্যকলাপ দৃষ্টে তাপ, আলোক প্রভৃতির ন্যায় ইহাও একটী ভৌতিকশ (Physical force) বলিয়া পরিগণিত হয়।

তাড়িতের ক্রিয়া—তাড়িত প্রধানতঃ অন্য পদার্থকে আকর্ষ (Attraction) বা বিপ্রকর্ষণ অর্থাৎ দূরীকরণ (Repulsion) করিয়া স্বী শক্তির পরিচয় প্রদান করে। ইহা ব্যতীত তাড়িতের বিকাশে তাপ ও আলোকে উৎপত্তি হয় এবং রাসায়নিক মিলন ও বিশ্লেষণ (Chemical combinati and decomposition) সংসাধিত হইয়া থাকে। তাড়িত-প্রবাহ আমাদে শরীরে সঞ্চালিত হইলে পেশী সকলের আক্ষেপ (Spasm) উপস্থিত হ তখন আমরা এক প্রকার কম্পন অনুভব করিয়া থাকি এবং তাড়িত-প্রবাহ সমধিক তেজস্কর হইলে তৎক্ষণাৎ মৃত্যু উপস্থিত হয়। বজ্রাঘাতে মৃত্যু ইহার উত্তম দৃষ্টান্ত।

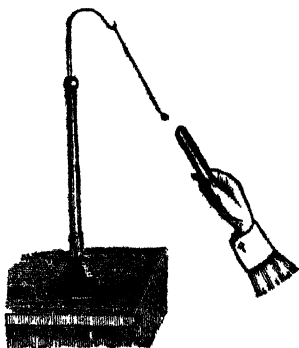
অতি প্রাচীন কাল হইতে মানবমণ্ডলী তাড়িতের কার্য্য লক্ষ্য করি আসিতেছেন। খৃষ্ট জন্মিবার ছয় শত বৎসর পূর্ব্বেও য়্যাম্বার্ (Amber) নাম লাক্ষার ন্যায় এক প্রকার পদার্থ রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে পালক প্রভৃ লঘু পদার্থ আকর্ষণ করে ইহা অনেকেই বিদিত ছিলেন। পরে খৃষ্টীয় ১৬ শতাব্দীতে ডাক্তার গিল্‌বার্ট প্রমাণ করেন যে য়্যাম্বার্ ব্যতীত কাচ, লাক্ষা, ত প্রভৃতি পদার্থও ভিন্ন ভিন্ন বস্তু দ্বারা ঘর্ষিত হইলে আকর্ষণ শক্তি প্রাপ্ত য় যাহাহউক, অষ্টাদশ শতাব্দীর পূর্ব্বে তাড়িত সম্বন্ধে আমাদের জ্ঞান নিতান্ত সী ছিল কিন্তু অধুনা ইহা সমধিক উৎকর্ষ লাভ করিয়াছে এবং উত্তরোত্তর অধি প্রসারতা প্রাপ্ত হইতেছে। তাড়িত সাহায্যে মানবের যে কি অশেষ উপ সাধিত হইতেছে তাহা একেবারেই বর্ণনাতীত, শুদ্ধ তারযোগে সংবাদের

ব্যাপারটী মনোমধ্যে একবার চিন্তা করিলে তাড়িতের উপকারিতা উপলব্ধি করিয়া আশ্চর্য্যান্বিত হইতে হয়।

১ম পরীক্ষা।—একটী কাচ বা লাক্ষা দণ্ড ফ্লানেল্ দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কাগজ সোলা খণ্ডের সন্নিকটে আনয়ন করিলে উহারা কৃষ্ট হইয়া দণ্ডে সংলগ্ন হয় (১০ম চিত্র)। কাচ বা লাক্ষা এইরূপে ঘর্ষিত হইলে উহাদিগের মধ্যে তাড়িত পন্ন হয় এবং ক্ষুদ্র কাগজ বা সোলার টুক্‌রা আকর্ষণ রা স্বীয় অস্তিত্বের পরিচয় প্রদান করে।

১০ম চিত্র।

১। ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িত।

নানাবিধ উপায়ে তাড়িত উৎপাদিত হইয়া থাকে তন্মধ্যে ঘর্ষণ (Friction) ং রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical action) এই দুই উপায়ই প্রধান। ণ দ্বারা উৎপাদিত তাড়িতকে ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িত (Frictional বা 'anklinic বা Static Electricity) কহে; রাসায়নিক ক্রিয়াজনিত তাড়িত ল্টেক্ বা গ্যাল্‌ভ্যানিক্ তাড়িত (Voltaic বা Galvanic Electricity) মে অভিহিত। আমরা প্রথমতঃ ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িতের বিষয় আলোচনা করিব।

তাড়িত-নির্দ্দেশক যন্ত্র—কোন পদার্থে তাড়িত উৎপন্ন হইয়াছে কি না জানি-ার নিমিত্ত তাড়িত-নির্দ্দেশক যন্ত্র (Electroscope) ব্যবহৃত হয়। অতি সহজ পায়ে নির্ম্মিত এক প্রকার তাড়িত-নির্দ্দেশক ন্ত্রর চিত্র (১১শ চিত্র) পার্শ্বে প্রদর্শিত হইল, সচরাচর ইলেক্‌ট্রিক্ পেন্‌ডুলম্ (Electric nlum) নামে অভিহিত। কাচের র স্থাপিত একটী বক্র কাচ দণ্ডে রেশমী দ্বারা ক্ষুদ্র সোলা খণ্ড ঝুলাইয়া এই যন্ত্র ত হয়। এক্ষণে কোন একটী কাচদণ্ড ী রুমাল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া উক্ত সোলা র সন্নিকটে ধারণ করিলে উহা আকৃষ্ট

১১শ চিত্র।

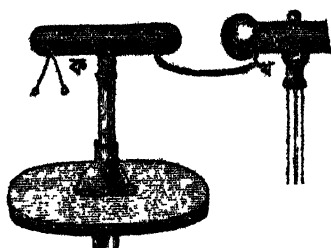
হইবে। সোলাখণ্ড এইরূপে আকৃষ্ট হইয়া কাচ দণ্ডে তাড়িত উৎপাদিত হইয়াছে ইহাই প্রমাণ করে। কাচদণ্ড রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া সোলাখণ্ডের নিকট স্থিত হইলে উহা আকৃষ্ট হইয়া কাচদণ্ড স্পর্শ করে কিন্তু স্পর্শ করিবার ক্ষণকাল পরেই উহা হইতে দূরে পলায়ন করে। অতঃপর উক্ত কাচদণ্ড পূর্ব্ব-বৎ ঘর্ষিত হইয়া যতবার ঐ সোলার সন্নিকটে নীত হইবে ততবারই সোলাখণ্ড পুনরাকৃষ্ট না হইয়া কাচদণ্ড হইতে দূরে পলায়ন করিবে। এক্ষণে যদ্যপি একটী লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া পূর্ব্বোক্ত সোলাখণ্ডের নিকট নীত হয় তাহা হইলে ঐ সোলাটী পূর্ব্ববৎ দূরে পলায়ন না করিয়া লাক্ষাদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হইবে।

কাঁচদণ্ডের পরিবর্ত্তে যদি একটী লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া সোলাখণ্ডের নিকট স্থিত হয় তাহা হইলে উহা আকৃষ্ট হইয়া লাক্ষাদণ্ডে সংলগ্ন হয় কিন্তু ক্ষণকাল পরেই দূরে পলায়ন করে। অতঃপর যতবার উক্ত লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া সোলার নিকটে আনীত হইবে, তত বারই ঐ সোলাটী আকৃষ্ট না হইয়া দূরে পলায়ন করিবে। কিন্তু এক্ষণে পুনরায় একটী কাচদণ্ড রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইয়া এই সোলার নিকট নীত হইলে উহা পূর্ব্ববৎ পলায়ন না করিয়া আকৃষ্ট হইবে। তবেই দেখা গেল যে সোলাখণ্ডটী একবার কাচদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া স্পর্শিত হইলে পুনরায় উহা দ্বারা আকৃষ্ট হয় না অপরন্তু বিপ্রকৃষ্ট হয় কিন্তু উহাই আবার ফ্ল্যানেল্ ঘর্ষিত লাক্ষাদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হয়। আবার ঐ সোলাখণ্ডটী প্রথমতঃ লাক্ষাদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া স্পর্শিত হইলে উহা দ্বারা পুনরাকৃষ্ট না হইয়া দূরে গমন করে কিন্তু উহাই আবার রেশমী-বস্ত্র ঘর্ষিত কাচদণ্ড দ্বারা আকৃষ্ট হয়। এই সকল পরীক্ষা দ্বারা আমরা জানিতে পারি যে তাড়িত দুই প্রকার। কাচদণ্ড রেশমী-বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে এক প্রকার তাড়িত উৎপন্ন হয় তাহাকে সংযোগ-তাড়িত (**Vitrious or Positive Electricity**) কহে এবং লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইলে যে তাড়িত উৎপন্ন হয় তাহাকে বিয়োগ-তাড়িত (**Resinous or Negative Electricity**) কহে।

এই দুই প্রকার তাড়িতই স্বতন্ত্র ভাবে অপরাপর বস্তুকে আকর্ষণ করিতে পারে, কিন্তু দুইটী পদার্থ একই প্রকার তাড়িতযুক্ত হইলে উহারা পরস্পর

আকৃষ্ট না হইয়া বিপ্রকৃষ্ট হয়। অপরন্তু দুইটী পদার্থ বিভিন্ন তাড়িত দ্বারা সংক্রামিত হইলে পরস্পর আকৃষ্ট হইয়া থাকে।

১২শ চিত্র।

২য় পরীক্ষা।—কাচদণ্ডের উপর স্থাপিত পিত্তল নির্ম্মিত একটী চোঙ্গের (১২শ চিত্র, ক) এক প্রান্তে ২টী ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সোলাখণ্ড সুতা দ্বারা ঝুলাইয়া চোঙ্গটীকে ভস্ বা উইম্‌স্‌হষ্ট নির্ম্মিত তাড়িত-যন্ত্রের (Voss or Wimshurst's Electrical machine) সংযোগ দণ্ডের (Positive knob, খ) সহিত একটী পিত্তলের শিকল দ্বারা সংযুক্ত করিলে উক্ত সোলাখণ্ড দ্বয় পরস্পর হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে। ইহার কারণ এই যে পিত্তলের চোঙ্গটী তাড়িত যন্ত্র সংস্পর্শে সংযোগ-তাড়িত-যুক্ত হয়, এবং ইহার কিয়দংশ মাত্র সূত্র দ্বারা পরিচালিত হইয়া সোলাখণ্ড দ্বয়ে সংক্রামিত হয়; দুইখণ্ড সোলা একই প্রকার তাড়িত-যুক্ত হয় বলিয়া পরস্পর হইতে দূরে পলায়ন করে।

এতদ্দ্বারা ইহাই প্রমাণিত হইতেছে যে ২টী বস্তু একই প্রকার তাড়িত যুক্ত হইলে পরস্পর আকৃষ্ট না হইয়া বিপ্রকৃষ্ট হয়।

এক্ষণে আমরা যদি আর একটী পূর্ব্বোক্তরূপ সোলাযুক্ত পিত্তলের চোঙ্গ তাড়িত-যন্ত্রের বিয়োগদণ্ডের (Negative knob) সহিত যুক্ত করিয়া দিই তাহা হইলেও পূর্ব্বোক্ত কারণে দুই খণ্ড সোলা পরস্পর হইতে দূরে পলায়ন করিবে কেন না এস্থলে উহারা একই প্রকার অর্থাৎ বিয়োগ তাড়িত দ্বারা সংক্রামিত হইয়াছে। অতঃপর যদি আমরা তাড়িতযুক্ত এই দুইটী চোঙ্গকে পরস্পর নিকটস্থ করি, তাহা হইলে একের সোলা অপরের সোলা দ্বারা আকৃষ্ট হইবে। ইহার কারণ এই যে একের সোলাখণ্ড সংযোগ-তাড়িত ও অপরের সোলা বিয়োগ-তাড়িত দ্বারা সংক্রামিত, সুতরাং বিভিন্ন তাড়িত দ্বারা সংক্রামিত বলিয়া পরস্পর আকৃষ্ট হয়। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে দুইটী পদার্থ বিভিন্ন তাড়িতযুক্ত হইলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে অর্থাৎ সংযোগ-তাড়িত বিয়োগ-তাড়িতকে এবং বিয়োগ তাড়িত সংযোগ-তাড়িতকে আকর্ষণ করে।

তাড়িতের প্রকৃতি—পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে তাড়িত কি পদার্থ তাহা আমরা এ পর্য্যন্ত জানিতে পারি নাই, কিন্তু তাড়িতের কার্য্য পর্য্যালোচনা করিয়া ইহার প্রকৃতি সম্বন্ধে নানাবিধ মত উদ্ভাবিত হইয়াছে। সিমার্ (Symmer) নামক ইংরাজ বৈজ্ঞানিকের মতই অধুনা সর্ব্ববাদীসম্মত।

তিনি বলেন যে প্রত্যেক পদার্থ মধ্যে অতি সূক্ষ্ম, তরল, ভারহীন তাড়িত-শক্তি (Electrical fluid) নিহিত আছে। এই শক্তি সংযোগ ও বিয়োগ তাড়িতের মিলনে উৎপন্ন। যতক্ষণ এই দুই প্রকৃতির তাড়িত মিলিতাবস্থায় থাকে, ততক্ষণ পদার্থ মধ্যে আমরা তাড়িতের কোন ক্রিয়াই দেখিতে পাই না; পদার্থের এই অবস্থাকে নিষ্ক্রিয় অবস্থা (Neutral state) কহে। ঘর্ষণ, রাসায়নিক ক্রিয়া বা অপর কোন উপায়ে পদার্থনিহিত তাড়িত-শক্তিকে বিশ্লিষ্ট করিয়া সংযোগ ও বিয়োগ তাড়িতে পৃথক্ করিতে পারা যায়। এক প্রকার তাড়িত উৎপাদিত হইলে অপর প্রকার তাড়িতের উৎপাদন অবশ্যম্ভাবী, এবং উহারা সর্ব্বত্র সম পরিমাণে উৎপাদিত হইয়া থাকে। কিন্তু নানা উপায়ে যে কোন পদার্থ মধ্যে সংযোগ বা বিয়োগ তাড়িতের পরিমাণ বৃদ্ধি করিতে পারা যায়; পদার্থ মধ্যে সংযোগ তাড়িতের পরিমাণ অধিক থাকিলে উহাকে সংযোগ-তাড়িত-যুক্ত (Positively electrified) এবং বিয়োগ তাড়িতের পরিমাণ অধিক থাকিলে উহাকে বিয়োগ-তাড়িত-যুক্ত (Negatively electrified) কহা যায়।

তাড়িত পরিচালক ও অপরিচালক—কাচ বা লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে সোলাখণ্ড আকর্ষণ করে ইহা পূর্ব্বেই বর্ণিত হইয়াছে; কিন্তু যে অংশ ঘর্ষিত হয় সেই অংশেরই আকর্ষণ শক্তি জন্মে অপর কোন অংশে ঐ শক্তি দৃষ্টিগোচর হয় না। ইহার কারণ এই যে কাচ, লাক্ষা প্রভৃতি পদার্থে তাড়িত এক অংশ হইতে অপর অংশে পরিচালিত হয় না—যে স্থানে উৎপাদিত হয় সেই স্থানেই আবদ্ধ হইয়া থাকে। কিন্তু ইতিপূর্ব্বে (১২শ চিত্রে) প্রদর্শিত হইয়াছে যে কাচদণ্ডে স্থাপিত একটী পিত্তলের চোঙ্গের এক প্রান্ত তাড়িত-যন্ত্র সংযোগে তাড়িতযুক্ত করিলে এবং অপর প্রান্তে দুই খণ্ড সোলা সূত্র দ্বারা ঝুলাইয়া দিলে তাহারা পরস্পর পৃথক্ হইয়া পড়ে। ইহার কারণ এই যে ধাতু নির্ম্মিত পদার্থে তাড়িত সর্ব্বত্র সমভাবে পরিচালিত হয়—উহার যে কোন স্থানে তাড়িত উৎপাদিত হউক না কেন, ক্ষণকাল মধ্যে সর্ব্বত্র পরিচালিত হইয়া পড়ে। এ স্থলে যদিও চোঙ্গের এক প্রান্ত মাত্র তাড়িত যন্ত্রের সহিত যুক্ত থাকে কিন্তু উৎপাদিত তাড়িত চোঙ্গের সর্ব্বত্র পরিব্যাপ্ত হইয়া সূত্র বাহিয়া দুই সোলাখণ্ডকে সংক্রমণ করে, সুতরাং উহারা একই প্রকার

তাড়িতযুক্ত হয় বলিয়া পরস্পর বিপ্রকৃষ্ট অর্থাৎ পৃথক্ হইয়া পড়ে। যে সকল পদার্থে তাড়িত একস্থান হইতে অপর স্থানে সহজে পরিচালিত হয়, তাহাদিগকে পরিচালক (Conductor) কহে এবং কাচ, লাক্ষা, প্রভৃতি যে সকল পদার্থে তাড়িত সহজে এক স্থান হইতে অন্য স্থানে পরিচালিত হইতে পারে না তাহাদিগকে অপরিচালক (Non-conductor) কহে।

কোন বস্তুই একেবারে সম্পূর্ণ পরিচালক বা সম্পূর্ণ অপরিচালক নহে। ধাতু প্রভৃতি যে সকল পদার্থ উৎকৃষ্ট পরিচালক বলিয়া গণ্য তাহারাও কিয়ৎ-পরিমাণে তাড়িতের গতি রোধ করে। তাড়িতের গতিরোধকে ইংরাজীতে Resistance কহে। অপরন্তু কাচ প্রভৃতি পদার্থও একেবারেই অপরিচালক নহে, তবে উহারা সমধিক পরিমাণে তাড়িতের গতি রোধ করে বলিয়া সাধারণতঃ অপরিচালক বলিয়া গণ্য হয়। তাড়িত-অপরিচালক আধারকে ইংরাজীতে ইন্সুলেটর্ (Insulator) কহে। যে সকল পদার্থে আমরা তাড়িত ধরিয়া রাখিতে ইচ্ছা করি তাহাদিগকে এইরূপ অপরিচালক আধারের উপর স্থাপন করিলে তাড়িত অপর কোন স্থানে সরিয়া যাইতে পারে না। কিন্তু তাড়িতযুক্ত পদার্থ ভূমির সহিত কোনরূপে সংস্পৃষ্ট হইলেই অর্থাৎ অপরিচালক আধার উভয়ের মধ্যে ব্যবধানরূপে না থাকিলে ভূমির পরিচালকতাগুণে তাড়িত সত্বর উক্ত পদার্থ হইতে অপসৃত হইয়া যায়। সচরাচর কাচ নির্ম্মিত পদার্থ অপরিচালক আধার রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই হেতু ইতিপূর্ব্বে পরিচালকতা গুণ পরীক্ষার জন্য যে ধাতু নির্ম্মিত চোঙ্গের উল্লেখ করা গিয়াছে (২য় পরীক্ষা দেখ) তাহা একটী কাচ দণ্ডের উপর স্থাপিত ; কারণ এরূপ না হইলে উৎপাদিত তাড়িত ক্ষণকাল মধ্যে ভূমিতে অপসৃত হইত সুতরাং চোঙ্গের মধ্যে তাড়িতের কোন ক্রিয়াই লক্ষিত হইত না।

নিম্নে কতিপয় পরিচালক ও অপরিচালক পদার্থের তালিকা প্রদত্ত হইল।

পরিচালক।	অপরিচালক।
ধাতু	নির্জ্জল বায়ু (Dry air)
কৃষ্ণসীস (Graphite)	শুষ্ক বস্ত্র
দ্রাবক	রেশম
জল	হীরক

পরিচালক।	অপরিচালক।
বরফ	কাচ
উদ্ভিদ্	গন্ধক
জীবদেহ	লাক্ষা

কাচ নির্ম্মিত পদার্থ যদিও অপরিচালক আধার রূপে ব্যবহৃত হয় কিন্তু উহা জল-বাষ্প আকর্ষণ করে বলিয়া সময়ে সময়ে পরিচালকের কার্য্যও করে। জল তাড়িত-পরিচালক ইহা ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে এবং বায়ু মধ্যে অল্পাধিক পরিমাণে জল-বাষ্প বিদ্যমান থাকে তাহাও আমরা অবগত আছি। বর্ষাকালে বায়ু মধ্যে এই জল-বাষ্পের পরিমাণ অপেক্ষাকৃত অধিক থকে, তখন আকর্ষণশক্তি গুণে উহা কাচ নির্ম্মিত দ্রব্যের উপর সহজেই পতিত হয় সুতরাং কাচের আধারের উপর তাড়িতযুক্ত কোন পদার্থ রাখিলে তাড়িত কাচ সংলগ্ন জলবাষ্প দ্বারা পরিচালিত হইয়া ভূমি ও বায়ু মধ্যে অপসৃত হইয়া যায়। এজন্য বর্ষাকালে ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িতের পরীক্ষা প্রদর্শন বড়ই সুকঠিন; চারিদিকে অগ্নি জ্বালিয়া বায়ুস্থিত জল-বাষ্প দূরীভূত করতঃ কাচের আধার সম্পূর্ণরূপে শুষ্ক করিলে পর তদুপরি স্থাপিত তাড়িতযুক্ত পদার্থে তাড়িতের ক্রিয়া প্রকাশ পায়।

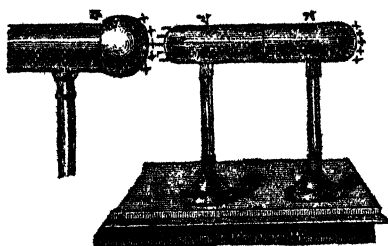
যখনই দুইটী বস্তু পরস্পর ঘর্ষিত হয় তখনই দুই প্রকার তাড়িত সম-পরিমাণে এককালীন উৎপাদিত হইয়া থাকে—একটী বস্তু সংযোগ ও অপরটী বিয়োগ তাড়িতযুক্ত হয়। পূর্ব্বেই প্রদর্শিত হইয়াছে যে একটী লাক্ষাদণ্ড ফ্ল্যানেল্ দ্বারা ঘর্ষিত হইলে বিয়োগ-তাড়িতযুক্ত হয়, অতঃপর যদি তাড়িত-নির্দ্দেশক যন্ত্র সাহায্যে উক্ত ফ্ল্যানেল্খণ্ডকে পরীক্ষা করা যায় তাহা হইলে উহা সংযোগ-তাড়িতযুক্ত হইয়াছে দেখা যাইবে। একই বস্তু ভিন্ন ভিন্ন পদার্থ দ্বারা ঘর্ষিত হইলে পদার্থ ভেদে উহাতে বিভিন্ন প্রকৃতির তাড়িত উৎপন্ন হয়। কাচ রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে তন্মধ্যে সংযোগ-তাড়িত উৎপন্ন হয় কিন্তু ফ্ল্যানেল্ দ্বারা কাচকে ঘর্ষণ করিলে উহাতে বিয়োগ-তাড়িতের উৎপত্তি হয়।

তাড়িত-প্রবর্ত্তন (Induction)—ইতিপূর্ব্বে দর্শিত হইয়াছে যে বিভিন্ন প্রকৃতির তাড়িত পরস্পরকে আকর্ষণ করে এবং একই প্রকৃতির তাড়িত পরস্পরকে বিপ্রকর্ষণ করে। ইহাও দর্শিত হইয়াছে যে সংযোগ বা বিয়োগ তাড়িতযুক্ত পদার্থের দ্বারা অপর পদার্থ স্পৃষ্ট হইলে উহাও যথাক্রমে

সংযোগ বা বিয়োগ তাড়িতযুক্ত হয়। এক্ষণে আমরা দেখাইব যে স্পর্শ ব্যতীত শুদ্ধ তাড়িতযুক্ত পদার্থের সন্নিকটে কোন পরিচালক পদার্থ স্থাপন করিলেও উহাতে তাড়িত সংক্রামিত হয়।

নিম্নে অঙ্কিত প্রতিকৃতিতে (ক) একটী পিত্তল নির্ম্মিত ফাঁপা গোলক পিত্তল নির্ম্মিত চোঙ্গে আবদ্ধ এবং কাচ নির্ম্মিত আধারের উপর স্থাপিত। (ক) তাড়িত যুক্ত হইলে কাচ নির্ম্মিত অপরিচালক আধারের উপর স্থাপিত বলিয়া উহাতে তাড়িত অবরুদ্ধ হইয়া থাকে।

(খ) ও (গ) অপর দুইটী পিত্তলের চোঙ্গ—উভয়ের গঠন ও আয়তন একই প্রকার এবং উভয়েই এক একটী কাচ-নির্ম্মিত অপরিচালক আধারের উপর স্থাপিত। এই দুইটী চোঙ্গকে মুখে মুখে যুড়িয়া একটী চোঙ্গে পরিণত করা যাইতে পারে, এবং ইচ্ছা করিলেই উহাদিগকে পুনর্ব্বার পৃথক্ করা যায়।

এক্ষণে (ক) কে তাড়িত-যন্ত্র সংস্পর্শে সংযোগ-তাড়িত যুক্ত করিয়া (খ) ও (গ) চোঙ্গ দুইটীকে একত্রিত করতঃ উহার নিকট স্থাপন করিলে (খ) ও (গ)

১৩ চিত্র।

চোঙ্গের তাড়িত-শক্তি বিশ্লিষ্ট হইয়া উহাতে সংযোগ ও বিয়োগ দ্বিবিধ প্রকৃতির তাড়িত উৎপন্ন হইবে। আমরা পূর্ব্বে দেখাইয়াছি যে সংযোগ-তাড়িত বিয়োগ-তাড়িতকে আকর্ষণ করে এবং সংযোগ-তাড়িতকে বিপ্রকর্ষণ করে, সুতরাং এস্থলে সংযোগ-তাড়িত যুক্ত (ক)র নিকটবর্ত্তী (খ) চোঙ্গে বিয়োগ তাড়িত আকৃষ্ট হইয়া অবস্থিতি করিবে এবং সংযোগ-তাড়িত বিপ্রকৃষ্ট হইয়া (গ) চোঙ্গে সঞ্চিত হইবে।*

---

* সংযোগ তাড়িত (+) যোগ এবং বিয়োগ তাড়িত (−) বিয়োগ চিহ্নের দ্বারা নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে।

এক্ষণে যদি আমরা প্রথমতঃ (গ) কে (খ) হইতে পৃথক্ করিয়া লই এবং পরে (ক) কে তাড়িত যন্ত্র হইতে বিযুক্ত করি, তাহা হইলে আমরা তাড়িত-নির্দ্দেশক যন্ত্র সাহায্যে দেখিব যে (খ) শুদ্ধ বিয়োগ এবং (গ) শুদ্ধ সংযোগ তাড়িত যুক্ত হইয়া থাকে; কিন্তু (ক) পূর্ব্বে যেরূপ সংযোগ তাড়িতযুক্ত ছিল সেইরূপই থাকে, উহার মধ্যে কোন পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয় না; এবং যতবার ইচ্ছা ততবার আমরা (ক) হইতে অপর পরিচালক পদার্থে এইরূপে স্পর্শ ব্যতীত তাড়িত উৎপাদন করিতে পারি।

উপরে যাহা কথিত হইল তাহা দ্বারা আমরা জানিতে পারিলাম যে তাড়িত যুক্ত পদার্থ স্পর্শ ব্যতীত নিকটস্থ অপর পরিচালক পদার্থের তাড়িত-শক্তিকে বিশ্লিষ্ট করিয়া সংযোগ ও বিয়োগ তাড়িত উৎপাদন করে। এই ক্রিয়াকে তাড়িত-প্রবর্ত্তন (**Induction**) কহে এবং এই প্রকারে তাড়িত উৎপাদিত হইলে উহাকে প্রবর্ত্তিত তাড়িত (**Electricity by Induction**) বলে।

তাড়িত-যুক্ত পদার্থ স্পর্শ দ্বারা অপর পরিচালক পদার্থে যে তাড়িত সংক্রমণ করে তাহাকে পরিচালিত-তাড়িত (**Electricity by Conduction**) কহে এবং উক্ত ক্রিয়াকে তাড়িত-পরিচালন (**Conduction**) কহে।

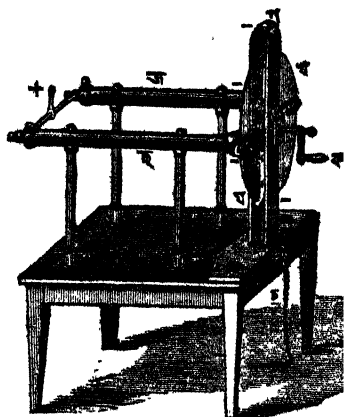
তাড়িত-পরিচালন ও তাড়িত-প্রবর্ত্তন—এই দুই ক্রিয়ার মধ্যে প্রভেদ এই যে—

১ম। তাড়িত পরিচালনে তাড়িতযুক্ত পদার্থ হইতে কিয়ৎ পরিমাণে তাড়িত নির্গত হইয়া স্পৃষ্ট পদার্থে সংক্রামিত হয়, কিন্তু তাড়িত-প্রবর্ত্তনে তাড়িতযুক্ত পদার্থে তাড়িতের পরিমাণ অক্ষুণ্ণ ভাবে থাকে।

২য়। তাড়িতযুক্ত পদার্থ পরিচালন ক্রিয়া দ্বারা স্পৃষ্ট পদার্থে সমধর্ম্মাবলম্বী তাড়িত উৎপাদন করে, অর্থাৎ সংযোগ-তাড়িতযুক্ত পদার্থ সংযোগ এবং বিয়োগ তাড়িতযুক্ত পদার্থ স্পৃষ্ট পদার্থকে বিয়োগ-তাড়িতযুক্ত করে; কিন্তু প্রবর্ত্তন ক্রিয়া দ্বারা নিকটস্থ পদার্থে বিপরীত তাড়িত সংক্রামিত হইয়া থাকে।

৩য়। পরিচালন ক্রিয়া দ্বারা কোন পদার্থকে তাড়িতযুক্ত করিতে হইলে উহাকে কাচের আধারে স্থাপন করিতে হয় কিন্তু প্রবর্ত্তন ক্রিয়া দ্বারা পদার্থকে তাড়িতযুক্ত করিতে হইলে উহাকে ভূমির সহিত অন্ততঃ স্বল্পকালের জন্যও সংযুক্ত করিয়া রাখিতে হয়।

তাড়িত-যন্ত্র (Electrical machine)—কাচ বা লাক্ষা দণ্ড, রেশমী বস্ত্র বা ফ্ল্যানেলের দ্বারা ঘর্ষিত হইলে যে তাড়িত উৎপন্ন হয় তাহাকে ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িত কহে ইহা পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে। এইরূপ ঘর্ষণে আমরা যে অতি সামান্য পরিমাণ তাড়িত উৎপাদন করিতে সক্ষম হই তাহা দ্বারা কেবল ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সোলাখণ্ড বা কাগজ প্রভৃতি লঘু পদার্থের আকর্ষণ ব্যতীত তাড়িতের অন্যান্য ক্রিয়া সম্পাদিত হইতে পারে না। ঘর্ষণ দ্বারা অধিক পরিমাণে তাড়িত উৎপাদন করিবার জন্য তাড়িত-যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।

পার্শ্বস্থ চিত্রে একটী তাড়িত-যন্ত্র প্রদর্শিত হইয়াছে। ইহার মধ্যে (ক) একটী হাতল এবং (খ) একখানি কাচের চাকা; এই হাতলের দ্বারা চাকা খানি ঘুরাইতে পারা যায়। ঘুরিবার সময় উপরে ও নীচে স্থাপিত দুই খণ্ড চর্ম্মের সহিত (গ ও ঘ) ঘর্ষিত হইয়া উক্ত চাকা মধ্যে সংযোগ-তাড়িত উৎপাদিত হয় এবং চর্ম্ম খণ্ডে বিয়োগ-তাড়িত সঞ্চিত হয়। এক্ষণে চর্ম্মখণ্ড ধাতু নির্ম্মিত শিকল (চ) দ্বারা ভূমির সহিত সংযুক্ত করিলে বিয়োগ-তাড়িত উৎপন্ন হইবামাত্র ভূমি মধ্যে

১৪শ চিত্র।

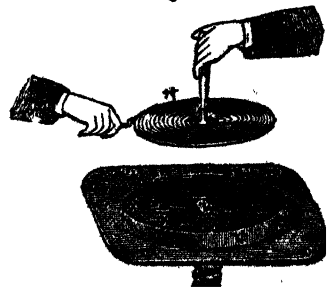
অপসৃত হয়, কেবল কাচের চাকাতে সংযোগ-তাড়িতের পরিমাণ ক্রমশঃ বৃদ্ধি পাইতে থাকে। ইহা তাড়িত-প্রবর্ত্তন ক্রিয়া দ্বারা নিকটস্থ দুই বাহুবিশিষ্ট পিত্তল দণ্ডের (ছ ও জ) নিষ্ক্রিয় তাড়িত শক্তিকে বিশ্লিষ্ট করিয়া তন্মধ্যে সংযোগ ও বিয়োগ তাড়িত উৎপাদন করে। ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে এক প্রকৃতির তাড়িত ভিন্ন প্রকৃতির তাড়িতকে আকর্ষণ করে, এজন্য পিত্তলদণ্ডের যে দিক কাচের চাকার নিকটে অবস্থিত, তাহা বিয়োগ-তাড়িতযুক্ত এবং উহার বিপরীতদিক সংযোগ-তাড়িতযুক্ত হয়। কাচের চাকাটী যতই অধিক ঘুরান্ যায় ততই উহার মধ্যে সংযোগ-তাড়িত অধিক পরিমাণে উৎপাদিত হয় এবং এইরূপে কাচের চাকার মধ্যে যত অধিক সংযোগ-তাড়িত সঞ্চিত হয় ততই

পিত্তলের দণ্ড নিহিত নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তি ক্রমান্বয়ে বিশ্লিষ্ট হইয়া উহার দূরবর্ত্তী ভাগে সংযোগ-তাড়িত অধিক পরিমাণে সঞ্চিত হইতে থাকে। এক্ষণে কোন ধাতু নির্ম্মিত পদার্থ হস্ত দ্বারা ধারণ করিয়া উক্ত পিত্তলের দণ্ডের নিকট লইয়া গেলে উভয়ের মধ্যে তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ (Spark) নির্গত হইতে দেখা যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে চিড়্ চিড়্ শব্দ ও শরীরের মধ্যে এক প্রকার কম্পন (Shock) অনুভূত হয়।

তাড়িত-যন্ত্র নানা গঠনের হইয়া থাকে কিন্তু উহাদিগের সকলেরই কার্য্য একরূপ; এ স্থলে যে যন্ত্রের উল্লেখ করা গেল তাহা র‍্যাম্‌স্‌ডেনের (Ramsden) তাড়িত-যন্ত্র নামে অভিহিত।

তাড়িত-প্রবর্ত্তক যন্ত্র (Induction Instrument)—তাড়িত উৎপাদনের নিমিত্ত আর এক প্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাহাকে তাড়িত-প্রবর্ত্তক যন্ত্র কহে। এই সকল যন্ত্রে ঘর্ষণ দ্বারা অতি সামান্য মাত্র তাড়িত উৎপন্ন হইয়া প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া (Induction) দ্বারা উহা ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় এবং যন্ত্র মধ্যে পূর্ব্ববৎ সঞ্চিত হইতে থাকে। ইহারা র‍্যাম্‌স্‌ডেনের যন্ত্র অপেক্ষা সর্ব্বাংশে শ্রেষ্ঠ, তজ্জন্য অধুনা বহুল পরিমাণে প্রচলিত।

তাড়িত-প্রবর্ত্তক যন্ত্র সমূহের মধ্যে ইলেক্‌ট্রোফোরস্ (Electrophorous) যন্ত্র বহু দিবস হইতে ব্যবহৃত হইয়া আসিতেছে। এই যন্ত্রের গঠন-প্রণালী অতি সরল। নিম্নে এই যন্ত্রের একটী চিত্র প্রদর্শিত হইল (১৫শ চিত্র)।

যন্ত্রটী দুই অংশে বিভক্ত; এক অংশ এক খানি লাক্ষার থালা (ক)—লাক্ষাকে গলাইয়া টিনের ছাঁচে (খ) ঢালিয়া গোল থালার আকারে জমান—এবং অপরাংশ কাচের বাঁটযুক্ত রেকাবের ন্যায় একটী ধাতব আচ্ছাদন (গ)। লাক্ষার থালা খানি বিড়ালের চর্ম্ম বা ফ্ল্যানেল্ দ্বারা উত্তমরূপে ঘর্ষণ করিলে উহাতে বিয়োগ-তাড়িত উৎপন্ন হয়। পরে ধাতব আচ্ছাদনটী ঐ থালার উপর স্থাপন করিলে প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা আচ্ছাদন নিহিত নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তি

১৫শ চিত্র।

বিশ্লিষ্ট হইয়া উহার তলদেশে সংযোগ-তাড়িত ও উপরিভাগে বিয়োগ-তাড়িত সঞ্চিত হয়। এক্ষণে ঐ আচ্ছাদনের উপরিভাগ হস্ত দ্বারা স্পর্শ করিলে বিয়োগ-তাড়িত শরীরের মধ্য দিয়া ভূমিতে পরিচালিত হইবে, কেবল মাত্র সংযোগ-তাড়িত আচ্ছাদনের তলদেশে সঞ্চিত থাকিবে। অতঃপর এক হস্তে কাচের হাতল ধরিয়া উক্ত আচ্ছাদনটী উত্তোলন করতঃ উহার সন্নিকটে অপর হস্ত লইয়া গেলে উভয়ের মধ্যে একটী ক্ষুদ্র তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ সশব্দে নির্গত হইতে দেখা যায়।

ইহার কারণ এই যে উক্ত আচ্ছাদনস্থিত সংযোগ-তাড়িত শরীরস্থ নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তিকে বিশ্লিষ্ট করিয়া বিয়োগ-তাড়িতকে আকর্ষণ করে এবং সংযোগ-তাড়িতকে বিপ্রকৃষ্ট করিয়া শরীর মধ্য দিয়া ভূমিতে অপসারিত করে। পাত্র ও শরীরস্থিত দুইটী বিভিন্ন প্রকৃতির তাড়িতের পরস্পর আকর্ষণ অত্যন্ত প্রবল হইলে মধ্যবর্ত্তী অপরিচালক বায়ু ভেদ করিয়া উহারা এত বেগে মিলিত হয় যে একটী ক্ষুদ্র তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয়, এবং তৎকালে হস্তে সূচিকাবিদ্ধবৎ বেদনা অনুভূত হয়।

লাক্ষার থালাখানি একবার বিড়ালের চর্ম্ম দ্বারা ঘর্ষিত হইলে পর কিয়ৎক্ষণ পর্য্যন্ত উহা বিয়োগ-তাড়িতযুক্ত থাকে এজন্য উহার উপর উক্ত আচ্ছাদনটী পুনঃ পুনঃ স্থাপন করিয়া পূর্ব্বোক্ত প্রণালী অনুসারে তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিতে পারা যায়।

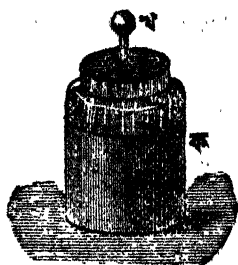
তাড়িত-প্রবর্ত্তক যন্ত্র বিবিধ গঠনের হইয়া থাকে, তন্মধ্যে উইমসৃহর্ষ্ট (Wimshurst) এবং ভস্ (Voss) নির্ম্মিত যন্ত্রই প্রধান এবং সচরাচর ব্যবহৃত হয়। উভয়বিধ যন্ত্রেই দুইখানি কাচের চাকা থাকে; একখানি চাকা হাতলের দ্বারা ঘুরান যায়, অপর খানি উহার পশ্চাৎদিকে কাষ্ঠাধারের উপর দৃঢ়রূপে আবদ্ধ থাকে। চাকা ঘুরাইলে প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা যন্ত্র মধ্যে তাড়িত উৎপন্ন হইয়া ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় এবং সম্মুখে অবস্থিত দুইটী পিত্তলের দণ্ডে দুই প্রকৃতির তাড়িত সঞ্চিত হইতে থাকে। এই দণ্ড দ্বয় হইতে আমরা অপর যে কোন পরিচালক পদার্থে যদৃচ্ছা তাড়িত সংক্রমণ করিতে পারি। দণ্ডদ্বয়ে সঞ্চিত তাড়িতের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক হইলে পরস্পরের মধ্যে আকর্ষণ-শক্তি এত প্রবল হয় যে মধ্যবর্ত্তী অপরিচালক বায়ু ভেদ করিয়া উভয়ে সশব্দে মিলিত হয় এবং উজ্জ্বল তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

স্বর্ণ-পত্র-তাড়িত-নির্দ্দেশক যন্ত্র (Gold leaf Electroscope)—ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে কোন পদার্থে তাড়িত উৎপন্ন হইয়াছে কি না জানিবার জন্য তাড়িত-নির্দ্দেশক যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। পূর্ব্বে যে ইলেক্‌ট্রিক্ পেন্‌ডুলমের (Electric pendulum) বিষয় বর্ণিত হইয়াছে তাহা সহজ উপায়ে নির্ম্মিত এক প্রকার তাড়িত-নির্দ্দেশক যন্ত্র। এতদ্ভিন্ন আর এক প্রকারের যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, উহা স্বর্ণ-পত্র-তাড়িত-নির্দ্দেশক যন্ত্র নামে অভিহিত। পার্শ্বে এই যন্ত্রের প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল (১৬শ চিত্র)। ইহার গঠন-প্রণালী এইরূপ—বোতলের গঠনে দুই মুখ খোলা একটী কাচপাত্রের আয়ত মুখটী কাষ্ঠের আধারের উপর স্থাপিত এবং উহার সরু মুখটী ছিপি দ্বারা আবদ্ধ, ঐ ছিপির মধ্যস্থলে একটী ছিদ্র থাকে এবং তন্মধ্য দিয়া একটী পিত্তলের দণ্ড পাত্রের অভ্যন্তরে কিয়দ্দূর পর্য্যন্ত প্রবিষ্ট থাকে। দণ্ডের নিম্নমুখে দুইখানি

১৬শ চিত্র।

পাতলা সোণার পাত এবং উহার ঊর্দ্ধমুখে একটী ধাতু নির্ম্মিত গোলক বা পাত সংযুক্ত থাকে। পাত্রের অভ্যন্তরে স্বর্ণপত্রের দুই পার্শ্বে দুইটী ধাতব দণ্ডের উপর অপর দুইখানি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রাঙ্ (Tin foil) বা স্বর্ণের পাত (ক ও খ) সংলগ্ন থাকে। ইহারা প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা উক্ত স্বর্ণপত্র দ্বয়ের তাড়িত-নির্দ্দেশ কার্য্যের বিশেষ সহায়তা করে। কোন তাড়িতযুক্ত পদার্থ এই যন্ত্রের উপরিস্থিত গোলক বা পাতের সন্নিকটে আনয়ন করিলে পিত্তলের দণ্ড ও তৎসংলগ্ন স্বর্ণপত্রদ্বয়ের নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তি বিশ্লিষ্ট হইয়া দণ্ডটীর উভয় প্রান্তে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত সঞ্চিত হয় সুতরাং একই প্রকার তাড়িতযুক্ত হয় বলিয়া স্বর্ণপত্রদ্বয় পরস্পর হইতে পৃথক্ হইয়া পড়ে। পদার্থ তাড়িতযুক্ত না হইলে উক্ত স্বর্ণপত্রদ্বয় পূর্ব্বে যেরূপ একত্রে ছিল সেইরূপই থাকিত। এতদ্ভিন্ন এই যন্ত্র দ্বারা তাড়িতযুক্ত পদার্থে কোন্ প্রকৃতির তাড়িত বিদ্যমান আছে তাহাও নির্ণয় করিতে পারা যায়।

তাড়িত-সংহৃতি যন্ত্র বা লীডেন্‌জার্ (Leyden jar)—কতকগুলি যন্ত্রে প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা সমধিক পরিমাণে তাড়িত সঞ্চয় করিয়া রাখিতে

পারা যায়; এইরূপ যন্ত্রকে তাড়িত-সংহতি যন্ত্র কহে। লীডেন্জার্ নামক যন্ত্র (১৭শ চিত্র) ইহার অতি উৎকৃষ্ট উদাহরণ স্থল। একটী আয়ত-মুখ কাচের বোতলের অভ্যন্তর ও বহিঃপ্রদেশের চতুর্থ পঞ্চমাংশ (ক) রাঙ্গের পাত দিয়া মুড়িতে হয়; বোতলের মুখ ছিপি দ্বারা আবদ্ধ এবং একটী পিত্তলের দণ্ড ছিপির মধ্য দিয়া বোতলের অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট থাকে। দণ্ডের ঊর্দ্ধমুখে একটী পিত্তলের গোলক বা পাত (খ) সংযুক্ত থাকে এবং একটী ধাতু নির্ম্মিত শিকল বোতলের অভ্যন্তরে ঐ দণ্ডের নিম্নমুখে সংলগ্ন থাকিয়া তলদেশস্থিত রাঙ্গের পাতকে স্পর্শ করিয়া থাকে। এই বোতলটীর বহিঃস্থ রাঙ্গের আবরণ হস্তদ্বারা ধারণ করিয়া পিত্তলের গোলকটী দ্বারা তাড়িত-যন্ত্রের পরিচালক-দণ্ড স্পর্শ করিলে বোতলের অভ্যন্তরস্থ রাঙ্গের পাতে পরিচালন-ক্রিয়া দ্বারা সংযোগ-তাড়িত সংক্রামিত হয় এবং ইহা প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা বহিঃস্থ রাঙ্গের পাতের নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তিকে বিশ্লিষ্ট করিয়া বিয়োগ-তাড়িতকে আকর্ষণ এবং সংযোগ-তাড়িতকে বিপ্রকর্ষণ করে; এই সংযোগ-তাড়িত ধারকের হস্ত বাহিয়া ভূমিতে পরিচালিত হইয়া যায় সুতরাং বহিঃস্থ রাঙ্গের পাতে কেবল বিয়োগ-তাড়িত সঞ্চিত থাকে। ইহা তাড়িত-যন্ত্র হইতে আকর্ষণ গুণে বোতলের অভ্যন্তরস্থ রাঙ্গের পাতে অধিকতর সংযোগ-তাড়িত টানিয়া লয় এবং এই অতিরিক্ত সংযোগ-তাড়িত পুনশ্চ পূর্ব্বোক্ত প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা বাহিরের পাতে অধিকতর পরিমাণে বিয়োগ-তাড়িত সঞ্চয় করে। এইরূপে বারম্বার প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা বোতলের অভ্যন্তরস্থ রাঙ্গের পাতে সংযোগ এবং বহির্দেশস্থ রাঙ্গের পাতে বিয়োগ তাড়িতের পরিমাণ উত্তরোত্তর বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়।

১৭শ চিত্র।

এক্ষণে কাচের হাতলযুক্ত একটী ধাতু নির্ম্মিত বক্র দণ্ডের এক মুখ বাহিরের পাতে সংলগ্ন করিয়া অপর মুখ যন্ত্রের উপরিস্থ গোলকের সন্নিকটে লইয়া গেলে, বাহিরের সঞ্চিত বিয়োগ ও ভিতরের সংযোগ তাড়িত এত প্রবলবেগে মিলিত হয় যে তৎকালে সশব্দে বৃহৎ তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

পূর্ব্বোক্ত রূপে ধাতু নির্ম্মিত দণ্ডের দ্বারা যন্ত্রের বহিঃস্থ আবরণ ও উপরিস্থ গোলক সংযুক্ত না করিয়া এক হস্তে ঐ যন্ত্রটীর বাহিরের পাত ধারণ পূর্ব্বক

অপর হস্ত গোলকের নিকট লইয়া গেলে হস্ত ও গোলকের মধ্যে একটী তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ নির্গত এবং শরীরে কম্পন অনুভূত হয়। বহুসংখ্যক লোক বৃত্তাকারে পরস্পর হস্ত ধারণ করতঃ এক প্রান্তে অবস্থিত ব্যক্তি যদি লীডেন্ জারের বাহিরের পাত ধরিয়া থাকে এবং অপর প্রান্তস্থিত ব্যক্তি উহার উপরিস্থ গোলকের নিকট হাত লইয়া যায় তাহা হইলেও পূর্ব্ববৎ তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ নির্গত হয় এবং সকলেই কম্পন অনুভব করে।

দুই বা ততোধিক লীডেন্ জার্ একত্রে রাখিয়া পিত্তলের শিকল দ্বারা বাহিরের ও ভিতরের রাঙ্গের পাতগুলি যথাক্রমে পরস্পর সংযুক্ত করিলে একটী লীডেন্ জারের ব্যাটারি প্রস্তুত হয়। ভিতরের আবরণগুলি একত্রে তাড়িত-যন্ত্রের পরিচালক-দণ্ডের সহিত সংযুক্ত করিয়া বাহিরের আবরণগুলি ভূমির সহিত শিকলের দ্বারা সংলগ্ন করিলে ব্যাটারির মধ্যে তাড়িত সঞ্চিত হয়।

এইরূপ একটী ব্যাটারি নির্ম্মাণ করিয়া আমরা বহুল পরিমাণে তাড়িত সঞ্চয় করিতে পারি। কোন পরিচালক পদার্থ উপরোক্ত ব্যাটারির নিকট-বর্ত্তী হইলে এরূপ একটী তেজস্কর তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ নির্গত হয় যে যদি এক খণ্ড পুরু কাচ উভয়ের মধ্যে স্থাপন করা যায় তাহা হইলে উক্ত স্ফুলিঙ্গ কাচ ভেদ করিয়া একটী ছিদ্র উৎপাদন করে। এইরূপ একটী ব্যাটারি-সঞ্চিত তাড়িত অসাবধানতা বশতঃ মনুষ্য শরীরে প্রবিষ্ট হইলে তৎক্ষণাৎ মৃত্যু উপস্থিত হয়।

ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িতের ক্রিয়া—আকর্ষণ ও বিপ্রকর্ষণ ব্যতীত তাড়িতের অন্যান্য ক্রিয়া নিম্নে সংক্ষেপে বর্ণিত হইল :—

১। তাড়িত শরীর মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে মাংসপেশীর আক্ষেপ উপস্থিত হয় এবং শরীর মধ্যে আমরা এক প্রকার যাতনা অনুভব করি; তাড়িত-সংহতি যন্ত্রের কার্য্য আলোচনার সময় ইহা প্রদর্শিত হইয়াছে। ঐ তাড়িত অত্যন্ত তেজস্কর হইলে তৎ-ক্ষণাৎ মৃত্যু উপস্থিত হয়। ইংরাজিতে এই ক্রিয়াকে Physiological action কহে।

২। তাড়িত দ্বারা তাপ উৎপন্ন হয়। তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ নিহিত তাপ সংযোগে কোল্ গ্যাস্, ঈথর্ প্রভৃতি সহজ দাহ্য পদার্থ জ্বলিয়া উঠে।

৩। তাড়িত দ্বারা আলোক উৎপন্ন হয়। বিদ্যুৎ প্রকাশে যে তীব্র দৃষ্টি-সন্তাপক আলোক উৎপন্ন হয় তাহা তাড়িতের আলোকোৎপাদিকা ক্রিয়ার উত্তম দৃষ্টান্তস্থল।

৫। তাড়িতের বিদারিকা-শক্তি অত্যন্ত প্রবল। বজ্রাঘাতে বৃক্ষ, অট্টালিকা প্রভৃতি বিদীর্ণ হইয়া থাকে ইহা সকলেই অবগত আছেন।

৬। তাড়িত দ্বারা রাসায়নিক মিলন ও বিশ্লেষণ সংঘটিত হইয়া থাকে। দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেন্ বাষ্প একমুখবদ্ধ একটী পিত্তল-নির্ম্মিত পাত্রে প্রবেশ করাইয়া অপর মুখ ছিপি দ্বারা বদ্ধ করতঃ উক্ত মিশ্র বাষ্প মধ্যে একটী তাড়িত স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিলে সশব্দে বাষ্পদ্বয় মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে।

তাড়িতের উৎপত্তি—ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে যে ঘর্ষণ ও রাসায়নিক ক্রিয়া তাড়িতোৎপত্তির দুইটী প্রধান কারণ। নিম্নলিখিত অপর কয়েকটী কারণেও তাড়িত উৎপন্ন হইয়া থাকে, যথা—

১ম। ঘাত—কোন পদার্থ অপর পদার্থ দ্বারা প্রচণ্ডবেগে আঘাতিত হইলে উভয় পদার্থে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত উৎপন্ন হয়।

২য়। কম্পন—কোন কারণে ধাতু নির্ম্মিত পদার্থ মধ্যে কম্পন উপস্থিত হইলে পদার্থ নিহিত নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তি বিশ্লিষ্ট হইয়া সংযোগ ও বিয়োগ-তাড়িত উৎপন্ন হয়।

৩য়। বিদারণ—কোন পদার্থ বিদীর্ণ হইলে তাড়িত উৎপন্ন হয়। একখণ্ড অভ্র-পাতের স্তরগুলি সহসা পৃথক্ করিলে স্তরগুলি তাড়িত-যুক্ত হয়।

৪র্থ। জমাট-বাঁধন—গন্ধক প্রভৃতি কতকগুলি পদার্থ তরল হইতে নিরেট অবস্থা প্রাপ্ত অথবা স্ফটিকাকারে পরিণত হইবার কালীন তাড়িতযুক্ত হয়।

৫ম। দাহন—অঙ্গার প্রভৃতি দাহ্য-পদার্থ দাহকালীন তাড়িত উৎপাদন করে।

৬ষ্ঠ। বাষ্পী-করণ—জল প্রভৃতি তরল পদার্থ বাষ্পাকারে পরিণত হইবার সময় উভয়ের মধ্যে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত প্রকাশমান হয়। এই কারণে মেঘের মধ্যে তাড়িতের সঞ্চার হয় এবং অবস্থা বিশেষে উহা বিদ্যুৎ রূপে প্রকাশ পায়।

৭ম। চাপ—অধিকাংশ পদার্থ পেষিত হইলে তাড়িত উৎপাদন করে।

৮ম। জীব দেহ—টর্পিডো প্রভৃতি কতকগুলি জলচর প্রাণীর শরীর সর্ব্বদা তাড়িতযুক্ত থাকে; উহাদিগকে স্পর্শ করিলে শরীর মধ্যে কম্পন অনুভূত হয়। এই প্রকার তাড়িতকে জান্তব তাড়িত কহে।

৯ম। তাপ—পদার্থ বিশেষে তাপ সংযুক্ত হইলে তাড়িত উৎপন্ন হয়।

এতদ্ভিন্ন অপর দুই একটী কারণেও তাড়িত উৎপন্ন হইয়া থাকে।

বিদ্যুৎ ও বজ্রধ্বনি—প্রাকৃতিক জগতে বিদ্যুৎ তাড়িতের বিকাশ মাত্র। দুই বিপরীত প্রকৃতির তাড়িতের মিলনে তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন এবং সঙ্গে সঙ্গে চিড়্ চিড়্ শব্দ শ্রুত হয় তাহা পূর্ব্বে পরীক্ষা দ্বারা প্রদর্শিত হইয়াছে। বিদ্যুৎ ও বজ্রধ্বনি উক্ত তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ ও চিড়্ চিড়্ শব্দের বিরাট বিকাশ ভিন্ন আর কিছুই নহে।

উপরে উল্লেখ করা গিয়াছে যে জল বাষ্পাকারে পরিণত হইবার সময় বাষ্প মধ্যে তাড়িত উৎপন্ন হইয়া সঞ্চিত থাকে। উক্ত বাষ্প ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া মেঘে পরিণত হইলে তন্মধ্যেও উক্ত তাড়িত অবস্থিতি করে। মেঘস্থিত জলকণাসমূহ পরস্পর মিলিত হইয়া অপেক্ষাকৃত বৃহদাকার ধারণ করিলে তন্মধ্যে তাড়িতের পরিমাণ ক্রমশঃ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হইয়া থাকে। বিপরীত তাড়িত-যুক্ত দুইখণ্ড মেঘ নিকটস্থ হইলে পর যখন উভয় তাড়িতের আকর্ষণশক্তি অত্যন্ত প্রবল হয় তখনই উহারা বৃহৎ তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ ও প্রচণ্ড শব্দ উৎপাদন করিয়া সহসা মিলিত হয়; এই বৃহৎ তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ—বিদ্যুৎ, ও প্রচণ্ড শব্দ—বজ্রধ্বনি নামে পরিচিত।

সময়ে সময়ে মেঘে সঞ্চিত বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত পরস্পর মিলিত না হইয়া পৃথিবীস্থ তাড়িতের সহিত মিলিত হয়। অত্যধিক তাড়িতযুক্ত মেঘ পৃথিবীর সন্নিকটস্থ হইলে প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা ভূভাগস্থ নিষ্ক্রিয় তাড়িত-শক্তিকে বিশ্লিষ্ট করতঃ বিপরীত প্রকৃতির তাড়িতকে আকর্ষণ এবং সমপ্রকৃতির তাড়িতকে ভূ-গর্ভ মধ্যে অপসারিত করে; ক্রমে এই উভয়বিধ তাড়িতের আকর্ষণ-শক্তি অত্যন্ত প্রবল হইলে মধ্যবর্ত্তী বায়ু প্রভৃতি অপরিচালক পদার্থ ভেদ করতঃ তীব্র আলোক ও ভয়ঙ্কর শব্দ উৎপাদন করিয়া উহারা প্রচণ্ডবেগে মিলিত হয়, তৎকালে প্রাণী, বৃক্ষ, অট্টালিকা প্রভৃতি নিকৃষ্ট-পরিচালক পদার্থ মধ্যে ব্যবধান থাকিলে তৎসমুদয় বিদীর্ণ ও চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া যায়—দাহ্য পদার্থ দগ্ধ এবং ধাতু নির্ম্মিত

পদার্থ দ্রবীভূত হয়। এই ভয়াবহ নৈসর্গিক ঘটনাকে আমরা বজ্রপাত কহিয়া থাকি। বাস্তবিক বজ্র কোন একটী জড়পদার্থ নহে, উহা তাড়িতের কার্য্য বিশেষ মাত্র।

দুই ভিন্ন প্রকৃতির তাড়িতের এবম্বিধ প্রবল মিলনে অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রকাশে অত্যধিক তাপ সমুদ্ভূত হইয়া থাকে; এই তাপ সংস্পর্শে তাড়িতযুক্ত মেঘ ও পৃথিবীর মধ্যস্থিত বায়ুরাশি উত্তপ্ত হইয়া সহসা চতুর্দ্দিকে অধিক পরিমাণে প্রসারিত হয়, এবং এইরূপে উহার ঘনত্বের হ্রাস হইলে চতুর্দ্দিকস্থ শীতল বায়ুরাশি বেগে উক্ত স্থান অধিকার করে; বায়ুরাশির পরস্পর প্রবল সংঘর্ষণে যে প্রচণ্ড শব্দ উৎপন্ন হয় তাহাই বজ্রধ্বনির উৎপত্তির কারণ।

বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ড (Lightning Conductor)—কোন তাড়িতযুক্ত পদার্থের নিকট সূচ্যগ্র-বিশিষ্ট (Pointed) পরিচালক পদার্থ নীত হইলে তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হইতে দেখা যায় না। ইহার কারণ এই যে কোন পরিচালক পদার্থ সূচ্যগ্র-বিশিষ্ট হইলে উহার পরিচালকতা গুণ প্রবল পরিমাণে প্রকাশিত হয় সুতরাং উহা নিকটস্থ তাড়িতযুক্ত পদার্থ হইতে এত শীঘ্র তাড়িত আকর্ষণ করিয়া পরিচালন করে যে অপরিচালক বায়ু উভয়ের মধ্যে ব্যবধান থাকিলেও তাড়িত পরিচালনের কোনরূপ প্রতিবন্ধকতা সাধন করিতে পারে না, তজ্জন্য উভয়ের মধ্যে তাড়িত-স্ফুলিঙ্গও নির্গত হইতে দেখা যায় না। সূচ্যগ্র-বিশিষ্ট পদার্থের এই ধর্ম্ম লক্ষ্য করিয়াই বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ডের সৃষ্টি হইয়াছে। এই দণ্ড সচরাচর তাম্র বা লৌহ নির্ম্মিত এবং চেপ্টা বা গোলাকার। ইহা বাটীর এক পার্শ্বে দেওয়ালে কোন অপরিচালক পদার্থ দ্বারা সংলগ্ন থাকে এবং বাটীর সর্ব্বোচ্চ স্থান অপেক্ষাও কিয়দ্দূর ঊর্দ্ধে বিস্তৃত এবং নিম্নদিকে কিয়দ্দূর পর্য্যন্ত ভূমির মধ্যে প্রোথিত থাকে। দণ্ডের ঊর্দ্ধমুখ সূচ্যগ্র বলিয়া মেঘস্থ তাড়িতকে পরিচালন-ক্রিয়া দ্বারা এত শীঘ্র নিম্নদিকে আকর্ষণ-করে যে উহা অবাধে পৃথিবীস্থ বিপরীত প্রকৃতির তাড়িতের সহিত মিলিত হয় সুতরাং বিদ্যুৎ ও বজ্রপাত হয় না। এইরূপে ইহা অট্টালিকা প্রভৃতিকে বজ্রাঘাত হইতে রক্ষা করে।

সুপ্রসিদ্ধ বেন্‌জামিন্ ফ্র্যাঙ্ক্‌লিন্ (Benjamin Franklin) প্রথমতঃ সূচ্যগ্র পদার্থের উপরোক্ত ধর্ম্ম আবিষ্কার করেন। তিনি বজ্রাঘাতের সময় একখানি ঘুঁড়ি উড়াইয়া তৎসংলগ্ন আর্দ্রসূত্র দ্বারা তাড়িতযুক্ত মেঘ হইতে তাড়িত

পরিচালন করিয়া পৃথিবীতে আনয়ন করিয়াছিলেন এবং অপর পরিচালক পদার্থ উক্ত তাড়িতের সন্নিকটে স্থাপন করিয়া তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিতে সক্ষম হইয়াছিলেন। তাঁহার এই গবেষণার ফল স্বরূপ বিদ্যুৎ-পরিচালক দণ্ড আবিষ্কৃত হইয়া জগতের অশেষবিধ কল্যাণ সাধন করিতেছে।

২। রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িত।

(Voltaic or Galvanic Electricity)

১৭৮৬ খৃঃ অব্দে ফ্রান্সের অন্তঃপাতী বলোনা নগরে শারীরবিধান-শাস্ত্রের (**Anatomy**) অধ্যাপক গ্যাল্‌ভানি (Galvani) সাহেব একটী মৃত ভেকের শরীর পরীক্ষার সময় দেখেন যে একখণ্ড তাম্র ও একখণ্ড লৌহ একত্রে সংলগ্ন হইয়া উহার শরীরের যে কোন অংশ স্পৃষ্ট হইলে মাংসপেশীর আক্ষেপ উপস্থিত হয়। ইহাতে তিনি অনুমান করেন যে জীবদেহ স্বতঃই তাড়িতযুক্ত থাকে, কিন্তু উক্ত তাড়িত এক স্থান হইতে অন্য স্থানে সহজে পরিচালিত হইতে পারে না। পরস্পর সংলগ্ন দুই খণ্ড ধাতুর একটীর দ্বারা স্নায়ু ও অপরটীর দ্বারা পেশী স্পৃষ্ট হইলে তাড়িত উক্ত পরিচালকদ্বয়ের মধ্য দিয়া স্নায়ু হইতে পেশীতে সঞ্চালিত হয় এবং সেই জন্য মাংসপেশীর আক্ষেপ উপস্থিত হয়। গ্যাল্‌ভানির মতে ধাতুখণ্ডদ্বয় কেবল পরিচালকের কার্য্য করে মাত্র। পরে সুপ্রসিদ্ধ বৈজ্ঞানিক ভল্টা (Volta) গ্যাল্‌ভানির আবিষ্কার সবিশেষ তদন্ত করিয়া নির্ণয় করেন যে উপরোক্ত দুইখণ্ড ধাতুর পরস্পর স্পর্শনই মাংসপেশীর আক্ষেপের প্রধান কারণ। তিনি স্থির করেন যে বিভিন্ন দুই খণ্ড ধাতু একত্রিত হইলে তাড়িত উৎপন্ন হয়; তাড়িতযুক্ত দুই খণ্ড ধাতু দ্বারা শরীর স্পৃষ্ট হইলে উহাতে তাড়িত সংক্রামিত হয় এবং মাংসপেশীর আক্ষেপের দ্বারা তাহা প্রকাশ পায়। তিনিই প্রথমে নিরূপণ করেন যে ভিন্নধর্ম্মাক্রান্ত দুইটী পদার্থ একত্রিত হইলেই একটীতে সংযোগ ও অপরটীতে বিয়োগ তাড়িত উৎপন্ন হয়।

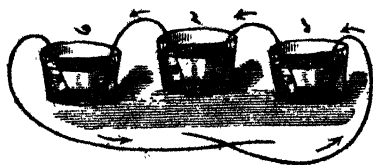
ভল্টা এই অনুমানের উপর নির্ভর করিয়া ১৮০০ খৃঃ অব্দে স্বনাম-খ্যাত "তাড়িত-স্তূপ" নির্ম্মাণ করেন। ইহা অদ্যাবধি ভলটেক্ পাইল্ (Voltaic pile) নামে প্রসিদ্ধ। একখণ্ড তাম্র ও একখণ্ড দস্তা একত্রিত করিলে সামান্য পরিমাণে তাড়িত উৎপন্ন হয়। এইরূপে একত্রিত দুইটী ধাতু ফলককে একটী জোড় (Couple) কহে। ভল্টা এইরূপ অনেকগুলি জোড় উপর্য্যুপরি সজ্জিত

করিয়া একটী স্তূপ (Pile) নির্ম্মাণ করতঃ উহা হইতে প্রচুর পরিমাণে তাড়িত উৎপাদন করিয়াছিলেন। প্রতি জোড়ের মধ্যে তিনি এক এক খণ্ড বস্ত্র জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডে সিক্ত করিয়া স্থাপন করিতেন। জোড়গুলি উপরোক্ত প্রণালীতে পর্য্যায়ক্রমে সজ্জিত হইলে পর স্তূপের এক দিকে এক খণ্ড দস্তা ও অপর দিকে এক খণ্ড তাম্র ফলক থাকে। এক্ষণে উক্ত দস্তাফলকে একটী ও তাম্র ফলকে আর একটী রেশম-জড়িত তার সংলগ্ন করিয়া এই উভয় তার একত্রিত করিলে প্রথমোক্ত তার দিয়া বিয়োগ ও শেষোক্তটী দিয়া সংযোগ তাড়িত প্রবাহিত হইতে থাকে। ফলতঃ এই যন্ত্রে এত অধিক তাড়িত উৎপন্ন হয় যে, উহা দ্বারা তাড়িতের সকল ক্রিয়াই প্রদর্শিত হইতে পারে।

কিছুদিন পরে উলাস্টন্ (Wollaston), ডেভি (Davy) প্রভৃতি বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করেন যে ভল্টার "স্তূপে" যে তাড়িত উৎপন্ন হয় তাহা দুই বিভিন্ন ধাতুর স্পর্শনে নহে। দুইটী জোড়ের মধ্যে বস্ত্রখণ্ডে যে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ থাকে তাহাই দস্তা ফলকের সহিত মিলিত হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া উৎপাদন করে—এই রাসায়নিক ক্রিয়া হইতেই তাড়িত উৎপন্ন হয়। অধুনা বৈজ্ঞানিক পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইলেই তাড়িত উৎপন্ন হয়। যখনই একটী তরল পদার্থ ও একখণ্ড ধাতু পরস্পর পৃষ্ট হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় তখনই তরল পদার্থ সংযোগ ও ধাতু খণ্ড বিয়োগ তাড়িতযুক্ত হয়। একখানি দস্তা-ফলক জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের মধ্যে নিমজ্জিত করিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় এবং উভয়ের মিলনে জিঙ্ক্ সল্‌ফেট্ (Zinc Sulphate) নামক লবণ ও হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়। ফলতঃ এই রাসায়নিক ক্রিয়ার সঙ্গে সঙ্গে তাড়িতও উৎপন্ন হইয়া থাকে এবং দস্তা-ফলক বিয়োগ ও সল্‌ফিউরিক্‌য়্যাসিড্ সংযোগ তাড়িতযুক্ত হয়। এক্ষণে যদি আমরা একখানি তাম্র-ফলক উক্ত দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত করি, তাহা হইলে দেখিব যে উহা সংযোগ-তাড়িতযুক্ত হইয়াছে। অতঃপর একটী তার দ্বারা দস্তা ও তাম্র-ফলককে একত্রে যুক্ত করিলে দেখিতে পাই যে রাসায়নিক ক্রিয়া সমধিক প্রবল ভাবে সংসাধিত হইতে থাকে, কারণ হাইড্রোজেন্ বাষ্প তাম্র-ফলক হইতে বুদ্বুদাকারে উত্থিত হয়; এক্ষণে যোজক তারটী পরীক্ষা করিলে তন্মধ্যে

উত্তাপ, আলোক উৎপাদন প্রভৃতি তাড়িতের বিবিধ ক্রিয়া লক্ষিত হয়। যতক্ষণ পর্য্যন্ত পূর্ব্বোক্ত দুই খণ্ড ধাতুফলক দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত হইয়া যুক্ত থাকে ততক্ষণ উক্ত ফলক দ্বয় হইতে ভিন্ন প্রকৃতির তাড়িত উৎপন্ন হইয়া যোজক তার দ্বারা পরস্পর মিলিত হয়, এবং তৎক্ষণাৎ পুনরুৎপন্ন হইয়া পুনর্মিলিত হয়। এই-রূপে উভয়বিধ তাড়িতের উৎপত্তি ও মিলন এত শীঘ্র ঘটিয়া থাকে যে আমরা উহাদিগের পৃথক্ অস্তিত্ব অনুভব করিতে পারি না, সুতরাং তারে একটী অবিচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহ (Continuous Current) সঞ্চালিত হয় ইহাই নির্দ্দেশ করা যায়। দ্রাবকের মধ্যে দস্তা হইতে তাম্রে এবং দ্রাবকের বাহিরে তাম্র হইতে দস্তায় এই তাড়িত-প্রবাহ সঞ্চালিত হয়।

দুইটী বিভিন্ন ধাতু কোন দ্রাবণ মধ্যে নিমজ্জিত হইয়া পরিচালক দ্বারা পরস্পর যুক্ত হইলে যদি দ্রাবণটী একটী ধাতুর উপর অপরটী অপেক্ষা অধিক-তর রাসায়নিক ক্রিয়া প্রদর্শন করে অথবা একটীর উপর আদৌ রাসায়নিক ক্রিয়া সাধিত না হয় তাহা হইলে একটী তাড়িত-প্রবাহ (Voltaic current) উৎপন্ন হয়। যখন আমরা জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের মধ্যে তাম্র ও দস্তা ফলক একত্রে নিমজ্জিত করি তখনই দ্রাবক ও দস্তা পরস্পর মিলিত হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া প্রকাশ করে, কিন্তু তাম্র-ফলকের উপর দ্রাবকের কোন ক্রিয়া দেখিতে পাওয়া যায় না। এইরূপে যে ধাতু ফলকের উপর অধিক পরিমাণে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় তাহাকে সংযোগ-ফলক (Positive plate) এবং যাহার উপর অল্প বা মোটেই ক্রিয়া উপস্থিত হয় না তাহাকে বিয়োগ-ফলক (Negative plate) কহে। এস্থলে দস্তা সংযোগ-ফলক এবং তাম্র বিয়োগ-ফলক। সংযোগ-ফলক হইতে তাড়িত উৎপন্ন হইয়া দ্রাবণের মধ্য দিয়া বিয়োগ-ফলকে আগমন করে এবং বিয়োগ-ফলক হইতে দ্রাবণের বাহিরে যোজক তার দিয়া সংযোগ-ফলকে প্রত্যাবর্ত্তন করে। দস্তা ও তাম্র এতদুভয় অথবা কোন একটীর পরিবর্ত্তে অপর যে সকল পদার্থ তাড়িত উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়, তন্মধ্যে প্ল্যাটিনম্ ধাতু, গ্রাফাইট্ এবং গ্যাস্-কার্ব্বণ্ সর্ব্ব প্রধান। আমরা সচরাচর তাড়িত উৎপাদনের নিমিত্ত গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলী ব্যবহার করিয়া থাকি, উহাতে দস্তা ও প্ল্যাটিনম্ যথাক্রমে সংযোগ ও বিয়োগ ফলক রূপে ব্যবহৃত হয়।

যে তার দ্বারা সংযোগ ও বিয়োগ ফলক যুক্ত হয়, তাহার মধ্যস্থল কাটিয়া দিলে অথবা প্রত্যেক ফলকটী পৃথক্ তারযুক্ত করিলে তাম্র অর্থাৎ বিয়োগ-ফলক সংলগ্ন তারে সংযোগ-তাড়িত এবং দস্তা অর্থাৎ সংযোগ-ফলক সংলগ্ন তারে বিয়োগ-তাড়িত অবস্থিতি করে। তাম্র-ফলকের যে স্থলে তার সংলগ্ন থাকে, তাহাকে সংযোগ-প্রান্ত (Positive pole) এবং দস্তা-ফলকের যে স্থলে তার সংলগ্ন থাকে তাহাকে বিয়োগ-প্রান্ত (Negative pole) কহে। জল বা অন্য কোন রাসায়নিক যৌগিককে তাড়িত সংযোগে বিশ্লিষ্ট করিতে হইলে পূর্ব্বোক্ত দুইটী তারের অগ্রভাগে দুইখানি প্ল্যাটিনম্-ফলক সংলগ্ন করা হয় তখন ইহাদিগের মধ্যে একখানি ফলককে সংযোগ ও অপরটীকে বিয়োগ ইলেক্‌ট্রোড্ (Electrode) কহা যায়। এইরূপে কোন পাত্র মধ্যে দ্রাবণ নিমজ্জিত দুইটী বিভিন্ন ধাতু-ফলক পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত হইলে একটী ভল্‌টার কপ্‌ল্, এলিমেণ্ট্ বা সেল্ (Couple, Element or Cell) প্রস্তুত হয়। আমরা এইরূপ পাত্রকে তাড়িত-কোষ বলিব। দুই বা ততোধিক তাড়িত-কোষ পাশাপাশি সজ্জিত করিয়া একের বিয়োগ-ফলক অপরের সংযোগ-ফলকের সহিত সংযুক্ত করিলে একটী তাড়িত-কোষাবলী (Voltaic Battery) প্রস্তুত হয়। নিম্নস্থ প্রতিকৃতি দৃষ্টে তাড়িত-কোষাবলীর গঠন বোধগম্য হইবে। চিত্রে তিনটী মাত্র তাড়িত-কোষ প্রদর্শিত হইয়াছে, প্রত্যেক কোষে (ত) চিহ্নযুক্ত একখানি তাম্র-ফলক ও (দ) চিহ্নযুক্ত একখানি দস্তা ফলক রক্ষিত হইয়াছে। ৩য় পাত্রের দস্তা-ফলকখানি তার দ্বারা ২য় পাত্রস্থ তাম্র-ফলকের সহিত সংযুক্ত; ঐরূপ

১৯শ চিত্র।

২য় পাত্রস্থ দস্তা-ফলকখানি তার দ্বারা ১ম পাত্রস্থ তাম্র-ফলকের সহিত যুক্ত; ১ম পাত্রের দক্ষিণদিকের (দ) চিহ্নযুক্ত দস্তা-ফলকখানি এবং ৩য় পাত্রস্থিত (ত) চিহ্নযুক্ত তাম্র-ফলকখানি কাহারও সহিত যুক্ত নহে। এক্ষণে যদি আমরা ঐ সকল পাত্র জল-মিশ্রিত সলফিউরিক্ য়্যাসিড্ দ্বারা পূর্ণ করি এবং ৩য় পাত্রস্থ

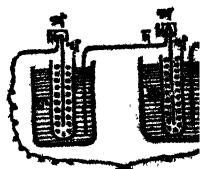
বাম প্রান্ত-স্থিত তাম্র-ফলকে ও ১ম পাত্রস্থ দক্ষিণ প্রান্ত-স্থিত দস্তা-ফলকে এক এক খণ্ড স্বতন্ত্র রেশম-জড়িত তার সংলগ্ন করিয়া দিই এবং এই দুইটী তার একত্রে যুক্ত করি তাহা হইলে সংযোগ-তাড়িত-প্রবাহ ৩য় পাত্রের তাম্র-ফলক হইতে নির্গত হইয়া তীরাঙ্ক-নির্দ্দিষ্ট পথে তার বাহিয়া ১ম পাত্রস্থ দস্তা-ফলকে আসিয়া উপস্থিত হয়, পরে দ্রাবকের মধ্য দিয়া উক্ত পাত্রস্থ তাম্র-ফলকে গমন করে এবং উহা হইতে সংলগ্ন তার বাহিয়া ২য় পাত্রের দস্তা-ফলকে, পরে তাম্র-ফলকে এবং ইহা হইতে ঐরূপ প্রকারে ৩য় পাত্রের দস্তা-ফলকে আসিয়া উপস্থিত হয় এবং অবশেষে দ্রাবকের ভিতর দিয়া তাম্র-ফলকে গমন করে এবং পূর্ব্ববৎ তার বাহিয়া পুনরায় ১ম পাত্রের দস্তা-ফলকে উপনীত হয়। এইরূপে একটী তাড়িত-প্রবাহ ক্রমাগত চক্রাকারে তাড়িত-কোষাবলীকে আবর্ত্তন করে।

ভল্টার সময়ে এইরূপ গঠনের তাড়িত-কোষাবলী ব্যবহৃত হইত কিন্তু অধুনা ইহার প্রচলন নাই, এক্ষণে এই যন্ত্র নির্ম্মাণ বিষয়ে যথেষ্ট উন্নতি সাধিত হইয়াছে। ভল্টার তাড়িত-কোষাবলীতে প্রথমে যে পরিমাণে তাড়িত উৎপন্ন হয় ক্রমশঃ তাহার তেজ কমিয়া আইসে; কিন্তু এক্ষণে যে সকল তাড়িত-কোষাবলী নির্ম্মিত হইয়াছে তাহাতে তাড়িতের তেজ সর্ব্বথা অক্ষুণ্ণ থাকে। এজন্য এই সকল যন্ত্র অক্ষয় তাড়িত-কোষাবলী (Constant Battery) নামে অভিহিত।

এই শ্রেণীর যন্ত্রের মধ্যে গ্রোভ্ (Grove) ও বুন্সেন্ (Bunsen) নির্ম্মিত তাড়িত-কোষাবলী বিশেষ কার্য্যোপযোগী বলিয়া সর্ব্বদা ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

ভল্টার তাড়িত-কোষাবলীর ন্যায় গ্রোভ্ ও বুন্সেনের যন্ত্রে একটী কোষ মধ্যে দুইখানি ধাতু ফলক রক্ষিত হয় না। দুইখানি ধাতু ফলকের নিমিত্ত দুইটী ভিন্ন পাত্র ব্যবহৃত হয়; এই পাত্রদ্বয়ের মধ্যে একটী আয়তনে বড় (২০শ চিত্র, ক) এবং অপরটী তদপেক্ষা ছোট (খ); বড় পাত্রটী কাচ বা পোর্সিলেন্ নির্ম্মিত, উহার অভ্যন্তরে মৃত্তিকা নির্ম্মিত সছিদ্র ছোট পাত্রটী স্থাপিত। বহিঃস্থ পাত্র মধ্যে পারদাবৃত একখানি দস্তা-

২০শ চিত্র।

ফলক (দ) ও অভ্যন্তরস্থ পাত্রে একখানি প্লাটিনম্-ফলক (প) রক্ষিত

হয়। বহিঃস্থ পাত্র জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ ও অভ্যন্তরস্থ পাত্র উগ্র নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ দ্বারা পূর্ণ করতঃ ধাতু-ফলক দ্বয় তার দ্বারা সংযুক্ত হইলে গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর একটী কোষ প্রস্তুত হয়।

এক্ষণে এই কোষের মধ্যে কিরূপে রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয় তাহা বর্ণিত হইতেছে। দস্তা-ফলকের সহিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ একত্রিত হইবামাত্র রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়, কিন্তু উহা বুদ্বুদাকারে বায়ু মধ্যে নির্গত না হইয়া অভ্যন্তরস্থ সছিদ্র (Porous) মৃণ্ময়পাত্রে প্রবিষ্ট হয় এবং তন্মধ্যস্থ নাইট্রিক্ য়্যাসিড্‌কে বিশ্লিষ্ট করিয়া অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয়; নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ হইতে রক্তবর্ণ ধূম (Nitrous fumes) নির্গত হয়। ভল্টার তাড়িত-কোষে এইরূপে যে হাইড্রোজেন্ বাষ্প উদ্গত হয় তাহাই তাম্র-ফলকের উপর বুদ্বুদাকারে সঞ্চিত হয় বলিয়া উৎপন্ন তাড়িতের তেজ ক্রমশঃ মন্দীভূত হইয়া আইসে; কিন্তু গ্রোভের তাড়িত-কোষে পূর্ব্বোক্ত কারণে হাইড্রোজেন্ বাষ্প প্ল্যাটিনম্ ফলকের উপর সঞ্চিত হইতে পায় না, সুতরাং তাড়িত-কোষাবলীর মধ্যে তাড়িতের তেজ সর্ব্বদা সমভাবে থাকে।

এইরূপে উল্লিখিত দুই, তিন বা ততোধিক তাড়িত-কোষ পাশাপাশি একত্র সাজাইয়া একটী গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলী প্রস্তুত হয়। প্রত্যেক কোষের প্ল্যাটিনম্ ফলক অপরটীর দস্তা-ফলকের সহিত তার বা স্ক্রুপের দ্বারা সংযুক্ত করা হয়; তাড়িত-কোষাবলীর এক প্রান্তে একখানি দস্তা-ফলক ও অপর প্রান্তে একখানি প্ল্যাটিনম্-ফলক পৃথক্ অর্থাৎ অসংযুক্ত থাকে; এক্ষণে দুইটী তার এই দুইখানি ফলকে সংলগ্ন করিয়া একত্রে যুক্ত করিলেই তাড়িত-কোষাবলী মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়। এই তাড়িত-কোষাবলীর দস্তার দিক্ বিয়োগ এবং প্ল্যাটিনমের দিক্ সংযোগ প্রান্ত; প্রথমতঃ দস্তা-ফলক হইতে তাড়িত উৎপন্ন হইয়া দ্রাবক মধ্য দিয়া প্ল্যাটিনম্ ফলকে গমন করে এবং উহা হইতে পরবর্ত্তী দস্তা-ফলকে ও তৎপরে প্ল্যাটিনম্-ফলকে এই নিয়মানুসারে যন্ত্র মধ্যে আবর্ত্তন করে।

গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীতে যে দস্তা-ফলক ব্যবহৃত হয় উহা পারদ দ্বারা আবৃত। দস্তা-ফলকের উপর পারদ মাখাইলে উভয় ধাতুর মিশ্রণে একটী পারদ-মিশ্রণ (Amalgam) প্রস্তুত হয়। সচরাচর দস্তার সহিত লৌহ প্রভৃতি

অন্যান্য কয়েকটী ধাতু কিয়ৎপরিমাণে মিশ্রিত থাকে, এজন্য এই ধাতু সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ মধ্যে নিমজ্জিত রাখিলে উহার সহিত মিশ্রিত অপরাপর ধাতুদিগের সহিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া দস্তা-ফলকে বহুসংখ্যক ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, এ কারণ তাড়িত-কোষাবলী হইতে উৎপন্ন সাধারণ তাড়িত-প্রবাহের তেজ শীঘ্র মন্দীভূত হইয়া পড়ে। কিন্তু দস্তা-ফলকে পারদ মাখাইয়া পারদ-মিশ্রণ প্রস্তুত করিলে এই দোষ ঘটে না। বিশেষতঃ যখন তাড়িত-কোষাবলীর কার্য্য স্থগিত থাকে, তখন পারদ-মিশ্রিত দস্তা-ফলক সলফিউরিক্ য়্যাসিডের মধ্যে নিমজ্জিত থাকিলেও উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয় না সুতরাং উহা ক্ষয় হইয়া যায় না। কিন্তু এরূপ অবস্থায় পারদ না মাখাইয়া দস্তা-ফলক সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত একত্রিত রাখিলে উহা শীঘ্র ক্ষয়প্রাপ্ত হইয়া নষ্ট হইয়া যায়।

প্ল্যাটিনম্ ধাতুর উপর নাইট্রিক্ য়্যাসিডের কোন ক্রিয়া নাই, সুতরাং যত কালই তাড়িত-কোষাবলী ব্যবহৃত হউক না কেন, প্ল্যাটিনম্-ফলক গুলি অক্ষুণ্ণ থাকে, উহাদিগকে পরিবর্ত্তন করিবার কোন প্রয়োজন হয় না।

গ্রোভ্ ব্যতীত বুন্‌সেন্, ড্যানিয়েল্ এবং লেক্‌ল্যান্সের তাড়িত-কোষাবলী তাড়িত-প্রবাহ উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে। বুন্‌সেনের নির্ম্মাণ প্রণালী অবিকল গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর ন্যায় কেবল প্ল্যাটিনম্-ফলকের পরিবর্ত্তে এক খণ্ড গ্যাস্‌কার্ব্বণ ব্যবহৃত হয়। ড্যানিয়েলের তাড়িত-কোষের একটী পাত্রে পূর্ব্ববৎ দস্তা ও সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ থাকে কিন্তু প্ল্যাটিনম্-ফলক ও নাইট্রিক্ য়্যাসিডের পরিবর্ত্তে তাম্র-ফলক এবং তুঁতের দ্রাবণ (Solution of Sulphate of Copper) অপর পাত্রে রক্ষিত হয়।

লেক্‌ল্যান্সের তাড়িত-কোষাবলীর নির্ম্মাণ প্রণালী পরে বর্ণিত হইবে।

রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িতের ক্রিয়া—পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে তাড়িত দ্বারা উত্তাপ ও আলোক উৎপাদন এবং রাসায়নিক ক্রিয়া সম্পাদিত হয়। এক্ষণে পরীক্ষা দ্বারা এই সকল বিষয় কি পরিমাণে সংসাধিত হয় তাহা দেখা যাউক।

১ম। তাপোৎপাদন—

৩য় পরীক্ষা—ছয়টী কোষ-বিশিষ্ট গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্ত একটী সূক্ষ্ম

প্ল্যাটিনম্ তার দ্বারা যুক্ত কর—তারটী অবিলম্বে লোহিতোত্তপ্ত হইয়া উঠিবে। ইহার কারণ এই যে পরিচালক সূক্ষ্মায়তন বিশিষ্ট হইলে তাড়িত-প্রবাহ সহজে উহার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে পারে না, প্রবল বাধা (Resistance) প্রাপ্ত হয়। তাড়িত বাধা প্রাপ্ত হইলে তাপ উৎপাদন করে—যত বেশী বাধা প্রাপ্ত হয় ততই অধিকতর তাপ সমুদ্ভূত হয়। প্ল্যাটিনম্ ধাতু যদিও উত্তম তাড়িত-পরিচালক, তথাপি এস্থলে তারের সূক্ষ্মায়তন হেতু তাড়িত প্রবাহে সমধিক বাধা প্রদান করে সুতরাং অতি অল্প ক্ষণের মধ্যেই উহা উত্তপ্ত হইয়া উঠে এবং ক্রমশঃ তাপ এত বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয় যে তারটী শীঘ্র লোহিত বর্ণ ধারণ করে; তার অত্যন্ত সূক্ষ্ম হইলে দ্রব হইয়া ছিন্ন হয়। পরিচালক যত বৃহদায়তনের হয় তাড়িত তত সহজে উহার মধ্য দিয়া গমন করে।

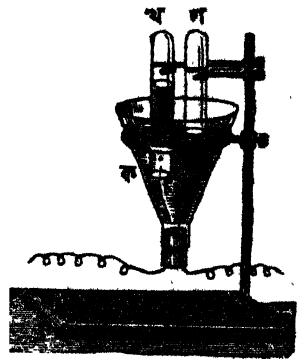
২য়। আলোকোৎপাদন—পূর্ব্বোক্ত তাড়িত-কোষাবলীর প্রান্তদ্বয়ের সহিত সোয়ান্ ল্যাম্পের (Swan Lamp) মধ্যে যে অঙ্গার শলাকা বা প্ল্যাটিনম্ তার থাকে তাহার বহিঃস্থ দুইটী মুখ দুইটী তার দিয়া যোগ করিলে আলোক উৎপন্ন হয়। সোয়ান্ ল্যাম্পের অভ্যন্তর বায়ু-শূন্য, কেবল একটী সরু অঙ্গার-শলাকা বা প্ল্যাটিনমের তার ভিতরে ধনুর ন্যায় বক্রাকারে অবস্থিত। ইহাদের মধ্যে যে সকল ল্যাম্পে অঙ্গার শলাকা ব্যবহৃত হয় সেই সেই স্থলে শলাকার দুই মুখে দুইটী প্ল্যাটিনম্ তার সংলগ্ন থাকে এবং উক্ত তার দ্বয় ল্যাম্পের কাচ ভেদ করিয়া বাহিরে অবস্থিতি করে। এক্ষণে তারের দ্বারা এই দুইটী মুখ তাড়িত-কোষাবলীর দুইটী প্রান্তের সহিত সংযুক্ত করা হইলে ল্যাম্পের অভ্যন্তরস্থ অঙ্গার বা প্ল্যাটিনম্ লোহিতোত্তপ্ত হইয়া উঠে। অপেক্ষাকৃত বৃহদাকারের সোয়ান্ ল্যাম্প্ দ্বারা প্রশস্ত গৃহ, দালান বা প্রাঙ্গনস্থল আলোকিত করিতে পারা যায়। ল্যাম্পের ভিতরে বায়ু থাকে না বলিয়া অঙ্গার শলাকা দগ্ধ হয় না। ফলতঃ তাড়িতের তেজ সমধিক প্রবল না হইলে একটী সোয়ান্ ল্যাম্প বহু দিন পর্য্যন্ত ব্যবহৃত হইতে পারে।

রাজপথ বা বহুবিস্তৃত স্থান সকল আলোকিত করিবার জন্য আর্ক্ ল্যাম্প্ (Arc Lamp) নামক অপর এক প্রকার তাড়িতালোক ব্যবহৃত হয়। এই সকল ল্যাম্পের অভ্যন্তর বায়ু-শূন্য নহে এবং প্রত্যেক ল্যাম্পের মধ্যে বৃহদায়তনের দুইটী অঙ্গার শলাকা থাকে; জ্বলিবার সময় এই সকল শলাকা বায়ু সংযোগে দগ্ধ হইয়া অল্পে অল্পে ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, একারণ মধ্যে মধ্যে ইহাদিগের পরিবর্ত্তন আবশ্যক। ইহাদিগের আলোক শুভ্রবর্ণ ও সাতিশয় প্রখর। কলিকাতা নগরীর মধ্যে

হারিসন্ রোড্ ও হাবড়া-সেতু রাত্রে এইরূপ তাড়িতালোকে আলোকিত করা হয়। সোয়ান্ ল্যাম্পে একটী মাত্র অভগ্ন অঙ্গার-শলাকা ব্যবহৃত হয়, আর্ক্ ল্যাম্পের মধ্যে দুই খণ্ড অঙ্গার-শলাকা তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত তার দ্বারা সংযুক্ত হয়—এই দুই শলাকার মধ্যে ব্যবধান অত্যল্প মাত্র থাকে।

তাড়িত দ্বারা আলোকোৎপাদনের অপর একটী পরীক্ষা নিম্নে প্রদত্ত হইল।

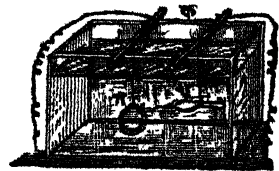
৪র্থ পরীক্ষা—পূর্ব্বোক্ত ছয়টী কোষ-যুক্ত গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তে তার দ্বারা দুই খানি উখা (File) সংলগ্ন কর, পরে একখানি উখার অগ্রভাগ দ্বারা অপর উখার দাঁত গুলির উপর টান—অগ্নি-স্ফুলিঙ্গ নির্গত হইবে।

৩য়। যৌগিক পদার্থের বিশ্লেষণ (Electrolysis)—একটী আয়ত পাত্রে (২১শ চিত্র, ক) জল* রাখিয়া তন্মধ্যে দুইটী জলপূর্ণ কাচ নল (খ ও গ) নিম্ন মুখ করিয়া নিমজ্জিত করতঃ গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্ত সংলগ্ন দুই খানি ইলেক্‌ট্রোড্ (ঘ ও চ) উহাদিগের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া দিলে তাড়িত সংযোগে জল বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনে পৃথক্ হইয়া পড়ে। এস্থলে সংযোগ-প্রান্ত সংলগ্ন ইলেক্‌ট্রোড্ গ-নলের মধ্যে প্রবিষ্ট হইয়াছে তাহাতে অক্সিজেন—এবং বিয়োগ-প্রান্ত সংলগ্ন ইলেক্‌ট্রোড্ খ-নলে প্রবেশ করিয়াছে তাহাতে হাইড্রোজেন্ সঞ্চিত হয়। যদি দুইটী নলের আয়তন সমান হয়, তাহা হইলে দেখা যায় যে হাইড্রোজেনের দ্বারা একটী নল যতক্ষণে পূর্ণ হয় ততক্ষণে অক্সিজেন্ দ্বারা অপর নল অর্দ্ধ পূর্ণ হয় মাত্র। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ বাষ্প এক আয়তন অক্সিজেন্ বাষ্পের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত হয়। তাড়িত সংযোগে যৌগিকের এইরূপ রাসায়নিক বিশ্লেষণকে ইলেক্‌ট্রোলিসিস্ (Electrolysis) কহে। জল ব্যতীত অপরাপর যৌগিক সকলও তাড়িত দ্বারা সহজেই বিশ্লিষ্ট হয়। সোডিয়ম্,

২১শ চিত্র।

* জলের সহিত অল্প পরিমাণে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত করিলে তাড়িত-প্রবাহ সংযোগে বিশ্লেষণ ক্রিয়া সুচারুরূপে সম্পাদিত হইয়া থাকে।

পোটাশিয়ম্, ক্যাল্সিয়ম্, ম্যাগ্নেশিয়ম্ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর ক্লোরাইড্কে তাড়িত দ্বারা বিশ্লিষ্ট করিয়া বিশুদ্ধ ধাতু প্রস্তুত করা যায়।

গিল্টিকরণ (Electro-gilding)—ইহাও তাড়িত সংযোগে রাসায়নিক বিশ্লেষণ-ক্রিয়ার অপর একটী উদাহরণ। এই প্রণালীর দ্বারা তাম্র, পিত্তল প্রভৃতি ধাতু নির্ম্মিত পদার্থে স্বর্ণ বা রৌপ্যের গিল্টি করা যাইতে পারে। পূর্ব্বে গিল্টি করিতে হইলে স্বর্ণ বা রৌপ্যের সহিত পারদ মিশ্রিত করিয়া একটী পারদ-মিশ্রণ প্রস্তুত করা হইত। যে পদার্থ গিল্টি করা হইবে তাহার উপর উক্ত পারদ-মিশ্রণ উত্তম রূপে লাগাইয়া অগ্নিতে পোড়ান হইত; উত্তাপ সংযোগে পারদ উড়িয়া যাইত এবং পাত্রের উপরে স্বর্ণের বা রৌপ্যের আবরণ সংলগ্ন হইত। এই প্রণালী অতিশয় শ্রম ও ব্যয়-সাপেক্ষ। এক্ষণে ইহার পরিবর্ত্তে স্বল্প ব্যয়ে ও সামান্য পরিশ্রমে তাড়িত দ্বারা নিম্নলিখিত প্রণালীতে গিল্টি করা হয়।

তাড়িত দ্বারা রূপার গিল্টি করিতে হইলে সায়ানাইড্ অব্ সিল্ভার্ (Cyanide of Silver) এবং সোণার গিল্টি করিতে হইলে সায়ানাইড্ অব্ গোল্ড্ (Cyanide of Gold) নামক লবণের দ্রাবণ ব্যবহৃত হয়। একটী কাচ বা পোর্সিলেন্ নির্ম্মিত পাত্রে (২২শ চিত্র, ক) উক্ত দ্রাবণ রাখিয়া তিন বা চারিটী কোষ-যুক্ত গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর বিয়োগ-প্রান্তের সহিত যে বস্তু গিল্টি করিতে হইবে তাহাকে তার দ্বারা যুক্ত করিয়া তন্মধ্যে নিমজ্জিত করিতে হয়, এবং সংযোগ-প্রান্তে, রৌপ্যের গিল্টি করিতে হইলে এক খণ্ড রৌপ্য ও স্বর্ণের গিল্টি করিতে হইলে এক খণ্ড স্বর্ণ তার দ্বারা সংলগ্ন করিয়া দ্রাবণ মধ্যে রক্ষিত হয়। এস্থলে একখানি পিত্তলের চামচ (খ) গিল্টি করিবার জন্য ব্যবহৃত হইয়াছে। এক্ষণে তাড়িত সংযোগে দ্রাবণটী বিশ্লিষ্ট হইলে উহা হইতে রৌপ্য বা স্বর্ণ পৃথক্ হইয়া উক্ত গিল্টি করিবার দ্রব্যের উপর আবরণ রূপে পতিত হয়। এইরূপে দ্রাবণ মধ্যে স্বর্ণ বা রৌপ্যের পরিমাণ কমিয়া গেলে সংযোগ-প্রান্ত সংলগ্ন রৌপ্য বা স্বর্ণখণ্ড (গ) দ্বারা উহার ক্ষতি পূরণ হইয়া থাকে।

২২শ চিত্র।

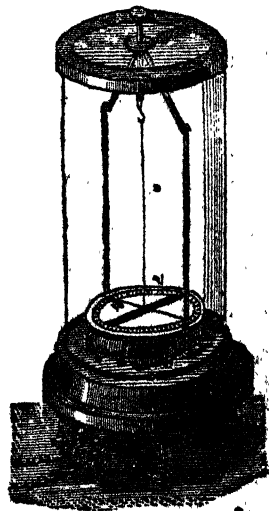
লৌহ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতু এইরূপ প্রক্রিয়া দ্বারা সহজে গিল্টি করা যায় না, এজন্য প্রথমতঃ উহাদিগের উপর তাম্রের আবরণ লাগাইয়া পরে

গিল্টি করিতে হয়। পূর্ব্বোক্ত প্রণালীমতে তাড়িত সংযোগে সায়ানাইড্ অব্ কপারের (Cyanide of Copper) দ্রাবণ হইতে লৌহ নির্ম্মিত দ্রব্যের উপর সহজেই তাম্রের আবরণ পাতিত করিতে পারা যায়।

চুম্বক শলাকার উপর তাড়িত-প্রবাহের ক্রিয়া—একটী চুম্বক-শলাকা রেশমী সুতা দ্বারা ঝুলাইয়া রাখিলে অথবা কোন সূচ্যগ্র লৌহ দণ্ডের উপর স্থাপন করিলে উহার একটী মুখ উত্তর ও অপর মুখ দক্ষিণ দিকে ফিরিয়া থাকে। এক্ষণে যদি আমরা তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত একটী তার ঐ শলাকার সন্নিকটে সমান্তরাল (Parallel) ভাবে ধারণ করি, তাহা হইলে উহা উত্তর দক্ষিণমুখী না থাকিয়া পূর্ব্ব পশ্চিম মুখী হইয়া অর্থাৎ তারের আড়া আড়ি ভাবে অবস্থিতি করিবে। তারটী তাড়িত-কোষাবলী হইতে বিযুক্ত করিলেই শলাকা পুনর্ব্বার স্বীয় পূর্ব্বাবস্থা প্রাপ্ত হইবে অর্থাৎ উত্তর দক্ষিণ মুখী হইয়া রহিবে।

তাড়িত-মান যন্ত্র (Galvanometer)—চুম্বক শলাকার উপর তাড়িত প্রবাহের উপরোক্ত ক্রিয়া লক্ষ্য করিয়া এই যন্ত্র নির্ম্মিত হইয়াছে। ইংরাজীতে ইহার নাম গ্যাল্ভানমিটর্ (Galvanometer)। এই যন্ত্র দ্বারা রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িতের অস্তিত্ব ও পরিমাণ নিরূপিত হয়। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে চুম্বকধর্ম্মাক্রান্ত একটী শলাকা রেশমী সুতাদ্বারা ঝুলাইয়া রাখিলে উহা উত্তর দক্ষিণ মুখী হইয়া থাকে কিন্তু একটী তাড়িত-প্রবাহযুক্ত তার সমান্তরাল ভাবে উহার নিকটে স্থাপন করিলে শলাকাটী দিক্ পরিবর্ত্তন করতঃ পূর্ব্ব পশ্চিম মুখে অবস্থিতি করে। তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত পদার্থের নিকটবর্ত্তী হইলে চুম্বক-শলাকা এইরূপ দিক্ পরিবর্ত্তন করে দেখিয়া তাড়িত-প্রবাহের অস্তিত্ব নিরূপণের জন্য ইহা তাড়িতমান-যন্ত্র নির্ম্মাণে ব্যবহৃত হয়।

২৩শ চিত্র।

পার্শ্বে এক প্রকার তাড়িতমান-যন্ত্রের একটী প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। (ক) একটী

চুম্বক-শলাকা রেশমী সুতা দ্বারা যন্ত্র মধ্যে ঝুলান রহিয়াছে, ইহার নিম্নে ১৮০টী ডিগ্রি চিহ্নিত একখানি পুরু কাগজের চাক্তি (খ) স্থাপিত। এই চাক্তির মধ্যস্থলে শলাকার পরিমাণে উত্তর দক্ষিণ মুখী একটী লম্বমান ছিদ্র (Slit) থাকে। চাক্তির নীচে কাটিমের গঠনে এক খণ্ড তাম্র (গ) রেশমাবৃত তাম্র-তার দ্বারা জড়িত হইয়া একখানি পিত্তল-নির্ম্মিত থালের উপর রক্ষিত হয়। এক্ষণে উক্ত রেশম-জড়িত তারের দুই মুখ তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত কোন পদার্থের সহিত সংযুক্ত করিলেই তাম্র-খণ্ডে তাড়িত সংক্রামিত হইয়া উপরিস্থ চুম্বক-শলাকার উপর ক্রিয়া প্রদর্শন করে অর্থাৎ শলাকাটী উত্তর দক্ষিণ মুখী না থাকিয়া তাড়িতের পরিমাণ অনুসারে অল্প বা অধিক পরিমাণে পূর্ব্ব পশ্চিম মুখে ঘুরিয়া যায়; তাড়িতের পরিমাণ অধিক হইলে উহা চাক্তিব ছিদ্রের আড়াআড়ি ভাবে (**At right angles**) অবস্থিতি করে।

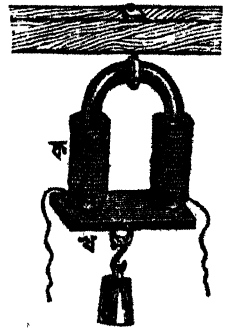
আমরা যে পৃথিবীতে বাস করি ইহা একটী প্রকাণ্ড চুম্বক; ইহার আকর্ষণ বলেই চুম্বকধর্ম্মাক্রান্ত শলাকা উত্তর দক্ষিণ মুখী হইয়া অবস্থিতি করে। তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত তারের নিকটবর্ত্তী হইলে শলাকা দিক্ পরিবর্ত্তন করে বটে, কিন্তু পৃথিবীর চুম্বকাকর্ষণ সর্ব্বদা ইহাকে স্বস্থানে (উত্তর দক্ষিণ মুখে) রক্ষা করিবার চেষ্টা করে, সুতরাং তাড়িতপ্রবাহ-ক্রিয়ার প্রতিবন্ধকতা সাধন করে। তাড়িত-মান-যন্ত্র মধ্যেও এইরূপ প্রতিবন্ধকতা সংসাধিত হয়, এজন্য অতি ক্ষীণ তেজ তাড়িত-প্রবাহ শলাকাকে স্থানচ্যুত করিতে সক্ষম হয় না। শলাকার উপর পৃথিবীর এই চুম্বকাকর্ষণ শক্তি হ্রাস করিবার জন্য এই যন্ত্রমধ্যে দুইটী চুম্বক শলাকা রেশমী সুতা দ্বাবা বিপরীত মুখে রক্ষিত হইয়া থাকে। ইহাদিগের মধ্যে একটী (ক) চাক্তির উপরে অবস্থিত তাহাই আমরা দেখিতে পাইতেছি; অপরটী চাক্তির নীচে রক্ষিত হইয়াছে তাহা প্রতিকৃতি মধ্যে দৃষ্ট হইতেছে না। দুইটী শলাকা এইরূপ বিপরীত মুখে থাকিলে ক-শলাকার উপর পৃথিবীর চুম্বকাকর্ষণ ক্রিয়া লক্ষিত হয় না, সুতরাং তাড়িত প্রবাহের কার্য্য অবাধে শলাকার উপর প্রদর্শিত হয়। এ কারণ অতি সামান্য তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত পদার্থও এই যন্ত্রের সহিত সংযুক্ত হইলে ডিগ্রি-চিহ্নিত চাক্তির উপর শলাকাটী ঘুরিয়া তাড়িতের অস্তিত্ব ও পরিমাণ নিরূপণ করে। এই যন্ত্র একটী কাচের আবরণ মধ্যে রক্ষিত হয়। রেশম-জড়িত তারের দুই মুখ কাচের আবরণের বাহিরে দুইটী স্ক্রুপে

(ঘ ও চ) সংযুক্ত থাকে; কোন পদার্থে রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িত-প্রবাহের অস্তিত্ব নিরূপণ করিতে হইলে উহাকে তার দ্বারা ঐ দুইটী স্ক্রূপের সহিত যুক্ত করিতে হয়।

নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা তাড়িতমান-যন্ত্রের ক্রিয়া সুন্দররূপে প্রদর্শিত হইয়া থাকে।

৫ম পরীক্ষা—তাড়িতমান-যন্ত্রের দুইটী স্ক্রূপের সহিত দুইটী তার যোগ কর—একটী তারের অপর প্রান্ত কাচ পাত্র স্থিত জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডে নিমজ্জিত কর; অপর তারটীর মুখে একখানি দস্তা-ফলক সংলগ্ন করিয়া উহা উক্ত দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত করিবা মাত্র যন্ত্রস্থিত শলাকা দিক্ পরিবর্ত্তন করিবে।

৩। তাড়িত-চুম্বক ক্রিয়া (Electro-magnetism)

তাড়িত-চুম্বক (Electro-magnet)—অশ্ব-খুরাকৃতি এক খণ্ড লৌহের দুই বাহু (২৪ চিত্র, ক) একটী রেশমাবৃত তাম্র-তার দ্বারা জড়াইয়া গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত ঐ তারের দুই মুখ যুক্ত করিলে দেখা যায় যে উক্ত লৌহখণ্ড চুম্বক ধর্ম্ম প্রাপ্ত হইয়াছে অর্থাৎ উহার নিকটে লৌহ-নির্ম্মিত অপর কোন পদার্থ লইয়া গেলে তাহা আকৃষ্ট হয়। এইরূপে একখানি লৌহের পাতে (খ) কোন গুরুভার-দ্রব্য সংলগ্ন করিয়া চুম্বকের তল-দেশে লাগাইয়া দিলে উহা ঝুলিতে থাকে, খসিয়া পড়ে না। কিন্তু তাড়িত-কোষাবলী হইতে চুম্বক বিযুক্ত হইলেই তৎক্ষণাৎ লৌহ পাত খানি ঐ ভারি দ্রব্য সমেত খসিয়া পড়ে, অর্থাৎ উক্ত অশ্ব-খুরাকৃতি লৌহ খণ্ডে আর চুম্বকের আকর্ষণ শক্তি থাকে না।

২৪শ চিত্র।

লৌহ পাতের পরিবর্ত্তে যদি আমরা কোন ইস্পাত-নির্ম্মিত দ্রব্য উপরোক্ত চুম্বকের নীচে লাগাইয়া দিই তাহা হইলে ঐ পদার্থটী চুম্বকের ধর্ম্ম প্রাপ্ত হয় এবং উহাকে পৃথক্ করিয়া লইলেও উহার চুম্বক-ধর্ম্ম নষ্ট হয় না। উক্ত ইস্পাত খণ্ড লৌহ চুর্ণের নিকট লইয়া গেলে লৌহ-চূর্ণ আকৃষ্ট হইয়া ইস্পাতে সংলগ্ন হয়। ইস্পাত ভিন্ন অপর লৌহ খণ্ড যতক্ষণ তাড়িত-প্রবাহ সংক্রামিত থাকে ততক্ষণই

চুম্বকের ধর্ম্ম প্রকাশ করে, কিন্তু তাড়িত-প্রবাহ হইতে বিচ্ছিন্ন হইলেই চুম্বক-ধর্ম্ম লৌহ হইতে অপসৃত হয়।

এইরূপে তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা চুম্বক-ধর্ম্ম প্রাপ্ত লৌহ খণ্ডকে তাড়িত-চুম্বক (Electro-magnet) কহে। তাড়িত-চুম্বক (২৪ চিত্র) দেখিতে অশ্ব-খুরাকৃতি এবং উহার দুই বাহু রেশমাবৃত তাম্র-তার দ্বারা জড়িত।

তাড়িত-বার্ত্তাবহ (Electric Telegraph)—তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা চুম্বক-শলাকার দিক্ পরিবর্ত্তন ভিত্তিস্বরূপ করিয়া তাড়িত-বার্ত্তাবহ-যন্ত্র আবিষ্কৃত হইয়াছে।

পূর্ব্বেই প্রদর্শিত হইয়াছে যে তাড়িতমান-যন্ত্রের মধ্যে একটী চুম্বক-শলাকা থাকে এবং এই যন্ত্র তাড়িত-কোষাবলীর সহিত সংযুক্ত হইলেই উক্ত শলাকা দিক্ পরিবর্ত্তন করে। তাড়িতমান-যন্ত্র ও তাড়িত-কোষাবলী এতদুভয়ের মধ্যে ব্যবধান যতই অধিক হউক না কেন, চুম্বক-শলাকার উপর তাড়িত-প্রবাহের ক্রিয়ার কোন ব্যতিক্রম লক্ষিত হয় না। যদি আমরা একটী বৃহৎ গৃহের এক প্রান্তে একটী তাড়িত-কোষাবলী ও অপর প্রান্তে সূচ্যগ্র লৌহ দণ্ডের উপর একটী চুম্বক-শলাকা রাখিয়া উহার সন্নিকটে তাড়িত-কোষাবলী সংলগ্ন তাড়িত-প্রবাহ যুক্ত তার স্থাপন করি, তাহা হইলে ঐ চুম্বক-শলাকা তৎক্ষণাৎ আকৃষ্ট হইয়া স্থান পরিবর্ত্তন করিবে। এক্ষণে যদি তাড়িত-কোষাবলী হইতে তার বিযুক্ত করিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে শলাকাটী পুনরায় স্বস্থানে প্রত্যাবর্ত্তন করিবে। এইরূপে তারটী তাড়িত-কোষাবলী হইতে যতবার সংযুক্ত বা বিযুক্ত করা যায়, ততবারই চুম্বক-শলাকার স্থান পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়া থাকে। এস্থলে গৃহ মধ্যে স্থাপিত তাড়িত-কোষাবলী ও চুম্বক-শলাকার মধ্যে ব্যবধান অতি অল্প মাত্র কিন্তু এই দুইটীর মধ্যে ব্যবধান শত বা সহস্র মাইল বা ততোধিক হইলেও যদি তাড়িত-প্রবাহ সমধিক তেজস্কর হয় তাহা হইলে দূরস্থিত চুম্বক-শলাকার প্রতি তাড়িত-প্রবাহের ক্রিয়ার কোনরূপ ব্যতিক্রম লক্ষিত হয় না। এইরূপে চুম্বক-শলাকার স্থান পরিবর্ত্তন (Deflection) সাঙ্কেতিক-চিহ্ন বা অক্ষর রূপে গৃহীত হইয়া সংবাদ বহন কার্য্য সাধিত হয়। চুম্বক-শলাকার পরিবর্ত্তে একখানি তাড়িত-চুম্বক ও একটী লৌহ শলাকা ব্যবহৃত হইয়া উক্ত তাড়িত-চুম্বক তাড়িত-কোষাবলীর সহিত যথাক্রমে সংযুক্ত বা বিযুক্ত হইলে তাড়িত-বার্ত্তা-বহনের কার্য্য একই রূপে সংসাধিত হয়।

৪। প্রবর্ত্তিত তাড়িত-প্রবাহ

(Faradic or Induced current)

ইতিপূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে যে কোন তাড়িত-যুক্ত পদার্থ অপর পরিচালক পদার্থের নিকটস্থ হইলে প্রবর্ত্তন-ক্রিয়া দ্বারা উহার মধ্যে তাড়িত উৎপাদন করে। ঘর্ষণোৎপন্ন তাড়িতের দ্বারাই যে শুদ্ধ এই কার্য্য হয় তাহা নহে; রাসায়নিক-ক্রিয়া বা অপর প্রক্রিয়া-জনিত তাড়িত-প্রবাহও কোন ধাতু নির্ম্মিত পরিচালক পদার্থের নিকট অবস্থিতি করিলে উক্ত পদার্থ মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপাদন করে। এতদ্ব্যতীত এক খণ্ড চুম্বক যদি পরিচালক পদার্থের নিকট অবস্থিতি করে তাহা হইলেও উক্ত পদার্থের মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়; এই সকল প্রক্রিয়া দ্বারা যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাহাকে প্রবর্ত্তিত তাড়িত-প্রবাহ কহে।

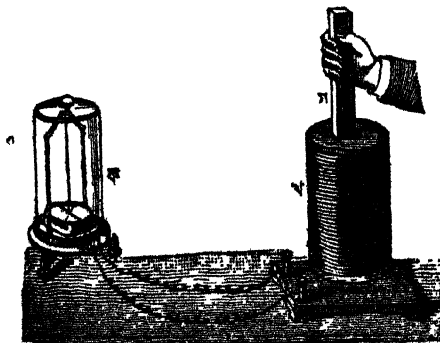
প্রায় ৬৫ বৎসর পূর্ব্বে বিখ্যাত বৈজ্ঞানিক ফারাডে (Faraday) প্রবর্ত্তিত তাড়িত-প্রবাহের আবিষ্কার করেন। তাঁহার নামানুসারে এই তাড়িত-প্রবাহ 'ফ্যারাডিক্ করেণ্ট্' নামে প্রচলিত।

কুণ্ডল (Coil)—কার্ড্-বোর্ড্ বা কাষ্ঠ-নির্ম্মিত কাটিমে ৪০০ বা ৫০০ হাত বা ততোধিক লম্বা রেশমাবৃত সূক্ষ্ম তাম্র-তার জড়াইয়া একটী কুণ্ডল (Coil) প্রস্তুত হয়। সচরাচর দ্বিবিধ কুণ্ডল ব্যবহৃত হইয়া থাকে, ইহাদিগের মধ্যে একটী আদি (Primary) ও অপরটী প্রবর্ত্তক (Secondary)। আদি কুণ্ডলের তার অপেক্ষাকৃত স্থূল ও দৈর্ঘ্যে ছোট এবং উহা আয়তনে এত বড় যে প্রবর্ত্তক-কুণ্ডলটী উহার ছিদ্র মধ্যে অনায়াসে সন্নিবেশিত করিতে পারা যায়।

যদি আমরা আদি কুণ্ডলের দুই মুখ তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত সংযুক্ত করি, তাহা হইলে একটী তাড়িত-প্রবাহ কুণ্ডল মধ্যে প্রবাহিত হইতে থাকে; এক্ষণে যদি আমরা প্রবর্ত্তক কুণ্ডলটী আদি কুণ্ডলের সন্নিকটে লইয়া যাই অথবা উহার ছিদ্র মধ্যে প্রবেশ করাইয়া দিই, তাহা হইলে প্রবর্ত্তক কুণ্ডলে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইবে। এক্ষণে প্রবর্ত্তক কুণ্ডলের দুই মুখ তাড়িত-মান-যন্ত্রের সহিত সংযুক্ত করিলে শলাকা দিক্ পরিবর্ত্তন করিয়া উক্ত কুণ্ডল মধ্যে তাড়িত-প্রবাহের অস্তিত্ব নির্দ্দেশ করিবে। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে রাসায়নিক-ক্রিয়া-জনিত তাড়িত-প্রবাহযুক্ত একটী কুণ্ডলের নিকট অপর একটী

কুণ্ডল সন্নিবেশিত করিলে শেষোক্ত কুণ্ডলে প্রবর্ত্তিত তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

পূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে যে তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা এক খণ্ড লৌহকে চুম্বকধর্ম্মাক্রান্ত করিতে পারা যায়। এক্ষণে আমরা দেখাইব যে এক খণ্ড চুম্বকের সাহায্যে আমরা ঠিক ইহার বিপরীত ক্রিয়া সম্পাদন করিতে পারি; অর্থাৎ যদি আমরা একটী কুণ্ডলের নিকটে এক খণ্ড চুম্বক স্থাপন করি, তাহা হইলে ঐ কুণ্ডলে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইবে।

পূর্ব্বোল্লিখিত একটী কুণ্ডলের (২৫শ চিত্র, খ) দুই মুখ তাড়িতমান-যন্ত্রের (ক) সহিত যুক্ত করতঃ কুণ্ডলের মধ্যে একখানি চুম্বক (গ) প্রবেশ করাইয়া দিলে উহাতে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় এবং তাড়িতমান-যন্ত্রের শলাকা স্বল্পক্ষণের নিমিত্ত দক্ষিণ বা বাম দিকে ঘুরিয়া পুনর্ব্বায় 0° চিহ্নিত অঙ্কে প্রত্যাবর্ত্তন করে। যতক্ষণ চুম্বকটী কুণ্ডলের মধ্যে থাকে, ততক্ষণ শলাকা পুনরায় স্থান পরিবর্ত্তন করে না। এক্ষণে যদি আমরা চুম্বকখানি উহার অভ্যন্তর হইতে বাহির করিয়া লই, তাহা হইলে শলাকাটী বিপরীত দিকে গমন করিয়া পুনরায় স্বস্থানে প্রত্যাবর্ত্তন করে। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে চুম্বক নিকটবর্ত্তী হইলে কুণ্ডলে এক প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় কিন্তু চুম্বক

২৫শ চিত্র।

অপসারিত করিলে কুণ্ডলে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইতে দেখা যায়। এইরূপে যদি আমরা যথাক্রমে চুম্বকটী উক্ত কুণ্ডলের নিকটে ও দূরে

লইয়া যাই তাহা হইলে উহাতে একবার সংযোগ ও তৎপরে বিয়োগী তাড়িত-প্রবাহ উৎপাদন করিতে সমর্থ হই। অপরন্তু যদি চুম্বকখানি এক স্থানে সংবদ্ধ থাকে এবং পূর্ব্বোক্ত কুণ্ডলটী যথাক্রমে উহার নিকটে আনীত বা দূরে অপসারিত হয় তাহা হইলেও পূর্ব্বের ন্যায় একই ফল প্রাপ্ত হওয়া যায় অর্থাৎ কুণ্ডল মধ্যে একবার সংযোগ এবং পরক্ষণেই বিয়োগ তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়। এই প্রণালী অবলম্বনে উৎপন্ন তাড়িত-প্রবাহও প্রবর্ত্তিত তাড়িত-প্রবাহ নামে অভিহিত।

তাড়িত-প্রবাহদ্বারা লৌহ খণ্ডকে চুম্বক করিলে যে ক্রিয়া সাধিত হয় তাহাকে তাড়িত-চুম্বক-ক্রিয়া (Electro-magnetism) কহে ; অপরন্তু চুম্বক দ্বারা কুণ্ডল মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপাদন ক্রিয়াও উক্ত নামে অভিহিত।

চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারি (Medical Battery)—শরীর মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ পরিচালিত করিয়া স্নায়বীয় রোগবিশেষ নির্ণয়, আরোগ্য বা উপশমের নিমিত্ত সচরাচর এই যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। দুই প্রকার তাড়িত-প্রবাহ রোগ নির্ণয় ও চিকিৎসার নিমিত্ত প্রয়োগ করা হয়। ইহাদের একটীকে অবিচ্ছিন্ন (Continuous) ও অপরটীকে বিচ্ছিন্ন (Interrupted) তাড়িত-প্রবাহ কহে।

গ্রোভের তাড়িত-কোষাবলীর গঠন বর্ণন কালে আমরা উল্লেখ করিয়াছি যে উক্ত কোষাবলী হইতে যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাহাকে অবিচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহ কহে—কেন না উক্ত তাড়িত-কোষাবলীতে তাড়িত-প্রবাহ এক স্থান হইতে উৎপন্ন হইয়া দুই প্রান্ত-সংলগ্ন তার বাহিয়া পুনরায় কোষাবলীর মধ্যে প্রত্যাবর্ত্তন করে, কোন স্থানে রুদ্ধ বা বিচ্ছিন্ন হয় না। কিন্তু এক্ষণে যে ব্যাটারির বিষয় বর্ণিত হইবে উহাতে একই তার বাহিয়া যথাক্রমে দুইটী বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ প্রবাহিত হয়, একারণ এই ব্যাটারি হইতে উৎপন্ন তাড়িত-প্রবাহকে বিচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহ কহে। এই ব্যাটারি নানা গঠনের হইয়া থাকে, তন্মধ্যে যেটী সচরাচর ব্যবহৃত হয় তাহারই গঠন-প্রণালী নিম্নে বর্ণিত হইল ; ইহাকে ইলেক্‌ট্রো-ম্যাগ্‌নেটিক্ ব্যাটারি (Electro-magnetic Battery) কহে।

এই যন্ত্র একটী কাষ্ঠ নির্ম্মিত বাক্স মধ্যে রক্ষিত হয়। বাক্সের এক পার্শ্বে একখানি অর্দ্ধ-খুরাকৃতি চুম্বক দৃঢ়রূপে আবদ্ধ থাকে এবং দুইটী কুণ্ডল পরস্পর সংযুক্ত হইয়া উক্ত চুম্বকের সন্নিকটে রক্ষিত হয়। বাক্সের বাহিরে একটী হাতল সংলগ্ন থাকে, তদ্দ্বারা আমরা উক্ত কুণ্ডল দুইটীকে চুম্বকের নিকটে ঘুরাইতে সক্ষম হই। ঘুরিবার সময় যখন একটী কুণ্ডল চুম্বকের নিকটবর্ত্তী হয় তখন উহাতে এক প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ এবং যখন চুম্বক হইতে দূরে গমন করে তখন উহাতে বিপরীত প্রকৃতির তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে। দ্বিতীয় কুণ্ডলটী ঘুরিবার সময়ও ঠিক্ এইরূপ ক্রিয়া প্রদর্শন করে। একটী কুণ্ডল ব্যবহার করিলে তাড়িত-প্রবাহ ক্ষীণতেজ হয় বলিয়া দুইটী কুণ্ডল একত্রে সংযুক্ত হইয়া ব্যবহৃত হয়। ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে যন্ত্রটী কাষ্ঠনির্ম্মিত বাক্স মধ্যে রক্ষিত হয়। বাক্সের এক পার্শ্বে দুইটী ছিদ্র থাকে। রেশম-জড়িত দুইটী তাম্র তারের এক মুখ উক্ত ছিদ্র দ্বয়ে প্রবিষ্ট এবং অপর মুখ কাষ্ঠের হাতল যুক্ত এক একটী পিত্তল নির্ম্মিত চোঙ্গে সংলগ্ন থাকে—ব্যাটারি ব্যবহারের সময় এই দুইটী চোঙ্গের মুখে লবণ দ্রাবণে সিক্ত দুই খণ্ড স্পঞ্জ্ বা বস্ত্র স্থাপন করতঃ ব্যাধিগ্রস্থ স্থানে বসাইয়া হাতল দ্বারা কুণ্ডল দুইটীকে ঘুরাইলে তন্মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয় এবং তার ও চোঙ্গ বাহিয়া রোগীর শরীরে সংক্রামিত হইয়া পেশীসমূহের আক্ষেপ উৎপাদন করে।

বিচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহ প্রয়োগ করিবার নিমিত্ত গ্যাল্‌ভানো-ফ্যারাডিক্ ব্যাটারি (Galvano-Faradic Battery) নামক আর এক প্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পূর্ব্বে যে আদি ও প্রবর্ত্তক কুণ্ডলের বিষয় উল্লেখ করা গিয়াছে, উক্ত দুই প্রকার কুণ্ডলই এই যন্ত্র নির্ম্মাণে ব্যবহৃত হয়। একটী বাক্সের মধ্যে একটী আদি এবং এক বা ততোধিক প্রবর্ত্তক কুণ্ডল থাকে এবং বাই-ক্রোমেট্ অব্ পটাসের দ্রাবণ পূর্ণ দুইটী ক্ষুদ্র তাড়িতকোষ আদিকুণ্ডলের সহিত সংযুক্ত হইয়া বাক্সের মধ্যে রক্ষিত হয়। এইরূপে প্রবর্ত্তক কুণ্ডলের মধ্যে যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হয়, তাহা রেশম-জড়িত তার দ্বারা শরীরে প্রয়োগ করা যায়। এই তাড়িত প্রবাহ অবিচ্ছিন্ন হইলেও যন্ত্র মধ্যে এরূপ বন্দোবস্ত থাকে যে উহা ইচ্ছামত বিচ্ছিন্ন প্রবাহে পরিণত হইতে পারে। এতদ্ব্যতীত আদি বা প্রবর্ত্তিত তাড়িত-প্রবাহের মধ্যে যেটী প্রয়োগ করিবার আবশ্যক হয়,

বাক্সের উপরিভাগে অবস্থিত একটী ক্ষুদ্র কাঁটা উহার উভয় পার্শ্বে অঙ্কিত P বা S অক্ষরে সংলগ্ন করিলে উক্ত কার্য্য সম্পন্ন হইয়া থাকে।

প্রধানতঃ পক্ষাঘাত রোগেই তাড়িত-প্রবাহ ব্যবহৃত হইয়া থাকে। যাহা হউক কোন্ কোন্ রোগে কোন্ প্রকার তাড়িত-প্রবাহ প্রয়োগে বিশেষ ফল দর্শে, এস্থলে সে বিষয়ের আলোচনা আমাদিগের উদ্দেশ্য নহে। ছাত্রগণ ঔষধ-প্রয়োগ শিক্ষা কালীন এ বিষয়ের সম্যক্ রূপ জ্ঞান লাভ করিতে পারিবেক।

গ্রোভ্, ড্যানিয়েল্, বুন্‌সেন্ প্রভৃতি সকল প্রকার গ্যাল্‌ভানিক্ ব্যাটারিই অবিচ্ছিন্ন তাড়িত-প্রবাহের নিমিত্ত ব্যবহৃত হইতে পারে। চিকিৎসার জন্য যে সকল ব্যাটারি ব্যবহৃত হইয়া থাকে, তাহাদিগকে অনেক সময়ে এক স্থান হইতে অন্য স্থানে বহন করিযা লইযা যাইবার আবশ্যক হয় সুতরাং ঐ সকল ব্যাটারি যাহাতে অপেক্ষাকৃত আয়তনে ছোট এবং লঘুভার-যুক্ত হয় এবং যাহাতে অভ্যন্তরস্থ দ্রাবক চল্‌কিয়া পড়িবার সম্ভাবনা না থাকে, তদ্বিষয়ে বিশেষ লক্ষ্য রাখা কর্ত্তব্য। চিকিৎসার জন্য অপেক্ষাকৃত তেজস্কর তাড়িত প্রবাহের আবশ্যক, সুতরাং অনেকগুলি গ্রোভ্, বুন্‌সেন্ বা ড্যানিযেল্ নিৰ্ম্মিত তাড়িত-কোষ একত্রিত না করিলে পর্য্যাপ্ত পরিমাণে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইতে পারে না; অথচ এবম্বিধ সজ্জিত তাড়িত-কোষাবলী এক স্থান হইতে স্থানান্তরে বহন করিয়া লইয়া যাওয়াও সুবিধা-জনক নহে, একারণ অধিকাংশ স্থলে ইহারা ব্যবহারের পক্ষে বিশেষ অনুপযোগী হইয়া থাকে। এরূপ ব্যবহারের নিমিত্ত গেফের ক্লোরাইড্ অব্ সিল্‌ভার্ ব্যাটারি (Gaiffe's Chloride of Silver Battery) সর্ব্বাপেক্ষা উপযোগী। এই ব্যাটারির কোষগুলি আয়তনে ক্ষুদ্র এবং প্রত্যেকটীর মধ্যে এক খণ্ড দস্তা এবং একটী রৌপ্য-তার একত্রে অবস্থিতি করে; এই রৌপ্য তারটী ক্লোরাইড্ অব্ সিল্‌ভার্ নামক লবণের দ্বারা মণ্ডিত। দস্তা ও রৌপ্য তারের মধ্যবর্ত্তী স্থানে কয়েক খণ্ড ব্লটিং কাগজ ক্লোরাইড্ অব্ জিঙ্কের (Chloride of zinc) দ্রাবণে সিক্ত করিয়া রক্ষিত হয়, তাহাতেই রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া ব্যাটারি মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

গেফের ব্যাটারি চিকিৎসার পক্ষে সম্পূর্ণ উপযোগী হইলেও উহা এত বহু মূল্য যে সাধারণে তাহা ব্যবহার করিতে পারে না। সাধারণের ব্যবহারের নিমিত্ত লেক্ল্যান্স্ (Leclanche) ব্যাটারি অপর সকলগুলি অপেক্ষা বিশেষ

উপযোগী। এই ব্যাটারিতে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড প্রভৃতি দ্রাবকের পরিবর্ত্তে নিশাদলের (Chloride of Ammonium) দ্রাবণ ব্যবহৃত হয়। একটী কাচের চতুষ্কোণবিশিষ্ট পাত্র মধ্যে ক্লোরাইড অব য়্যামোনিয়মের দ্রাবণ রক্ষিত হয়; দ্রাবণ মধ্যে এক খণ্ড দস্তা ও একটী সরন্ধ্র মৃণ্ময় পাত্র (Porous earthen pot) অবস্থিত থাকে; এই পাত্র মধ্যে এক খণ্ড গ্যাস্‌কার্ব্বণ্ রক্ষিত হয় এবং অবশিষ্ট স্থান ম্যাঙ্গানীজ্ ডাইঅক্সাইড্ নামক কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ ও কোক্ কয়লার গুঁড়া দ্বারা পরিপূর্ণ হইয়া থাকে। উক্ত চৌপল কাচ পাত্রের মুখটী পিচ বা অন্য কোন পদার্থ দ্বারা একেবারে আবদ্ধ থাকে, সুতরাং এক স্থান হইতে অন্য স্থানে লইয়া যাইবার সময় অভ্যন্তরস্থ দ্রাবণ চল্‌কিয়া পড়িবার সম্ভাবনা থাকে না। ব্যাটারিস্থিত য়্যামোনিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ সর্ব্বদা পরিবর্ত্তন করিবার আবশ্যক হয় না। এইরূপ ৩০ হইতে ৫০টী কোষযুক্ত লেক্‌ল্যান্সের ব্যাটারি চিকিৎসার জন্য ব্যবহৃত হয়। এই ব্যাটারি একটী বাক্সের মধ্যে রক্ষিত হয়।

লেক্‌ল্যান্সের ব্যাটারির গঠন আলোচনা করিলেই প্রতীয়মান হইবে যে ইহাও এক স্থান হইতে অন্য স্থানে লইয়া যাইবার পক্ষে তাদৃশ সুবিধা জনক নহে। ৩০ হইতে ৫০টী কোষ যুক্ত লেক্‌ল্যান্সের ব্যাটারি বৃহদাকার ও দুর্ব্বহ; এজন্য সচরাচর ইহা চিকিৎসকের বাটীতে রক্ষিত হয় এবং সমাগত রোগীদিগের চিকিৎসার নিমিত্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

চিকিৎসকের সঙ্গে লইবার জন্য বাইক্রোমেট্ অব্ পটাস্ (Bichromate of Potass) বা পার্‌সল্‌ফেট্ অব্ মার্কারি (Persulphate of Mercury) নির্ম্মিত ব্যাটারি ব্যবহৃত হয়। ইহাদিগের কোষ গুলি ক্ষুদ্রাকারের; প্রত্যেক কোষটীর মধ্যে একখণ্ড দস্তা ও একখণ্ড কার্ব্বণ একত্রে রক্ষিত হয়। রাসায়নিক ক্রিয়া উত্তেজনার নিমিত্ত প্রথমোক্ত ব্যাটারির কোষ বাইক্রোমেট্ অব্ পটাসের দ্রাবণ ও দ্বিতীয়টীর কোষ পার্‌সল্‌ফেট্ অব্ মার্কারির দ্রাবণ দ্বারা পূর্ণ করা হয়। বহন সৌকর্য্যার্থে সময়ে সময়ে দ্বিতীয় ব্যাটারিটীর কোষ মধ্যে কিঞ্চিৎ নিরেট পার্‌সল্‌ফেট্ অব্ মার্কারি রক্ষিত হয় এবং কোষের অবশিষ্টাংশ জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড-সিক্ত করাতের গুঁড়া দ্বারা পরিপূর্ণ থাকে; নিরেট লবণটী অল্পে অল্পে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডে দ্রব হইয়া দস্তা খণ্ডের উপর রাসায়নিক ক্রিয়া প্রকাশ করে। এই উভয়

মিথ ব্যাটারির কোষগুলি ক্ষুদ্রাকারের, সুতরাং অনেকগুলি একত্রে সজ্জিত থাকিলেও অধিক স্থান অধিকার করে না। একটী মাঝারি কাঠের বাক্সের মধ্যে কোষগুলি অনায়াসে রক্ষিত হয় সুতরাং সহজেই এক স্থান হইতে অন্য স্থানে নীত হইতে পারে।

এই সকল ব্যাটারি মধ্যে অপর কয়েকটী যন্ত্র সন্নিবেশিত থাকে। রোগ বিশেষে অল্প বা অধিক তেজস্কর তাড়িত-প্রবাহ প্রয়োগের আবশ্যক, এ কারণ ব্যাটারি মধ্যে এরূপ বন্দোবস্ত থাকা উচিত যদ্দ্বারা ইচ্ছামত তাড়িত-প্রবাহের পরিমাণ এবং তেজের হ্রাস বা বৃদ্ধি সাধন করিতে পারা যায়।

যে কয়েকটী যন্ত্রের সমবায়ে উপরোক্ত কার্য্য সুচারুরূপে সম্পাদিত হইয়া থাকে তাহাদিগের প্রত্যেকটীর নাম, গঠন ও কার্য্যপ্রণালী নিম্নে লিখিত হইল।

১ম। কলেক্টর্ (Collector)—তাড়িতের পরিমাণ হ্রাস বা বৃদ্ধি সাধনের নিমিত্ত এই যন্ত্র ব্যাটারি মধ্যে সন্নিবেশিত থাকে। ব্যাটারির যতগুলি কোষ থাকে ততগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পিত্তলের গোলক বাক্সের ডালার উপর দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে; এই গোলকগুলির উপর ১, ২ প্রভৃতি সংখ্যা অঙ্কিত থাকে এবং ইহার প্রত্যেকটী অভ্যন্তরস্থ সম-সংখ্যক তাড়িত-কোষের সহিত তার দ্বারা যুক্ত। এই গোলক গুলির সন্নিকটে একটী পিত্তলের কাঁটা থাকে, ইহাকে ইচ্ছামত সরাইতে পারা যায়। এই কাঁটাটী সরাইয়া যে সংখ্যক গোলকটীতে সংলগ্ন করা যায়, ততগুলি তাড়িত কোষ হইতেই কেবল মাত্র তাড়িত-প্রবাহ উৎপন্ন হইয়া থাকে। অপর কোষগুলির কার্য্য তৎকালে স্থগিত থাকে। এই-রূপে যে কয়েকটী কোষ হইতে উৎপন্ন তাড়িত-প্রবাহ প্রয়োগ করিবার প্রয়োজন হয়, আমরা সহজে উপরোক্ত উপায়ে তাহা সম্পন্ন করিতে পারি।

২য়। রিয়স্ট্যাট্ (Rheostat)—উপরোক্ত কলেক্টর্ নামক যন্ত্র সাহায্যে তাড়িত-প্রবাহের তেজ মোটামুটি বৃদ্ধি বা হ্রাস করিতে পারা যায়; কিন্তু অধিক-তর সূক্ষ্মরূপে ঐ কার্য্য সম্পাদন করিতে হইলে অর্থাৎ তাড়িত-প্রবাহের তেজ সামান্য পরিমাণে কম বেশী করিতে হইলে রিয়স্ট্যাট্ নামক যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। পূর্ব্বে তুঁতিয়া বা অপর কোন লবণের দ্রাবণপূর্ণ একটী কাচনল রিয়স্ট্যাট্ রূপে ব্যবহৃত হইত; এক্ষণে কাচকড়ার আধারে রক্ষিত কৃষ্ণ-সীসের (Graphite) একটী সূক্ষ্ম দণ্ড এই কার্য্যের জন্য ব্যবহৃত হয়। গঁদ বা অপর কোন

অপরিচালক আঠাল দ্রব্য কৃষ্ণ-সীসের গুঁড়ার সহিত মিশ্রিত করিয়া এই দণ্ড প্রস্তুত হইয়া থাকে। তাড়িত-প্রবাহ এই যন্ত্র মধ্য দিয়া পরিচালিত হইলে প্রতিবন্ধকতা প্রাপ্ত হয়, সুতরাং উহার তেজ হ্রাস হইয়া আইসে।

কার্য্যকালে তাড়িত-কোষাবলীর এক প্রান্ত সংলগ্ন তার রিয়সূট্যাটের এক মুখের সহিত যোগ করিয়া দিতে হয় এবং উহার অপর মুখে রেশম বা রবার আবৃত,অন্য একটী তার সংলগ্ন থাকে। ইহা এবং ব্যাটারির অপর প্রান্ত সংলগ্ন তার—উভয়কেই রিয়ফোর্ (Rheophore) বলে; এই দুইটী তারের মুখে দুইখানি ইলেক্‌ট্রোড্ সংলগ্ন থাকে। ফ্লানেল্ বা অপর কোন অপরিচালক বস্ত্র বা চর্ম্মখণ্ড আবৃত দুই খানি সীস্ বা টিনের চাকৃতি সচরাচর ইলেক্‌ট্রোড্ রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ব্যবহার কালে ইলেক্‌ট্রোড্ দুই খানি জলে সিক্ত করিয়া শরীরে সংলগ্ন করা হয়।

কৃষ্ণ-সীসের দণ্ডটীর দৈর্ঘ্যের তারতম্যানুসারে তাড়িত-প্রবাহের প্রতিবন্ধকতার ন্যূনাধিক্য সাধিত হইয়া থাকে, এজন্য রিয়সূট্যাট্ যন্ত্রটী এরূপ কৌশলে নির্ম্মিত যে আমরা ইচ্ছামত উহার দণ্ডটীর দৈর্ঘ্য বাড়াইতে বা কমাইতে পারি। কলেক্টরের ন্যায় রিয়সূট্যাট্ যন্ত্রের উপরিভাগেও কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পিত্তলের বোতাম গোলাকারে সজ্জিত এবং তন্মধ্যস্থলে একটী পিত্তলের কাঁটা আবদ্ধ থাকে; তাড়িত-প্রবাহের তেজের ভিন্ন ভিন্ন মাত্রা এই সকল বোতামের পার্শ্বে অঙ্কিত থাকে। পিত্তলের কাঁটাটী সরাইয়া যে বোতামে সংলগ্ন করা যায়, তন্নির্দ্দিষ্ট তেজস্কর তাড়িত-প্রবাহ রিয়সূট্যাটের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে থাকে। এইরূপে আমরা ব্যাটারি হইতে নির্গত তাড়িত-প্রবাহকে এই যন্ত্রের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া যে পরিমাণে তেজস্কর হওয়া আবশ্যক সেই পরিমাণে শরীর মধ্যে প্রবেশ করাইতে সক্ষম হই।

৩য়। কমিউটেটর্ (Commutator)—উপরোক্ত দুইটী যন্ত্র ব্যতীত এই যন্ত্রটীও চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত থাকে। ইহার গঠন ছোট পিপার ন্যায়, পার্শ্বে একটী লম্বা হাতল সংলগ্ন থাকে; অধুনা ক্ষুদ্র হাতল বিশিষ্ট দুইটী পিত্তলের স্প্রিং একত্রে যুক্ত থাকিয়া এই কার্য্য সম্পাদন করে। হাতল দ্বারা পিপা বা স্প্রিং দুইটীকে এক পার্শ্ব হইতে অন্য পার্শ্বে সরাইতে পারা যায়। যন্ত্রটী ব্যাটারির সহিত এরূপ কৌশলে সংযুক্ত থাকে যে

ইহাকে সরাইলে ব্যাটারি হইতে উৎপন্ন সংযোগ ও বিয়োগ তাড়িত পরস্পর স্থান পরিবর্ত্তন করে অর্থাৎ যে তার দিয়া সংযোগ তাড়িত ইতিপূর্ব্বে প্রবাহিত হইতেছিল, তাহাতে বিয়োগ-তাড়িত এবং অপর তারে সংযোগ-তাড়িত প্রবাহিত হইতে থাকে। কখন কখন তাড়িত-প্রবাহের অকস্মাৎ পরিবর্ত্তন সংঘটন দ্বারা বিশেষ বিশেষ রোগ পরীক্ষা ও চিকিৎসা করিবার আবশ্যক হয়; এরূপ স্থলে কমিউটেটর্ যন্ত্রটী চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির সহিত সংলগ্ন থাকিয়া উক্ত কার্য্যের সবিশেষ সহায়তা করে।

উপরোক্ত কয়েকটী যন্ত্র ব্যতীত একটী তাড়িতমান-যন্ত্র (Galvanometer) ও চিকিৎসোপযোগী ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত থাকে; ইহা দ্বারা ব্যাটারি হইতে শরীর মধ্যে যে তাড়িত-প্রবাহ পরিচালিত হয়, তাহার তেজের মাত্রা সূক্ষ্মরূপে নির্ণীত হইয়া থাকে।

দ্বিতীয় অধ্যায়।

---o---

রসায়ন-বিজ্ঞান।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

মূল ও যৌগিক পদার্থ।

যে শাস্ত্র দ্বারা পদার্থের উপাদান ও ধর্ম্ম এবং তৎসম্বন্ধে পরস্পরের মধ্যে সাদৃশ্য বা পার্থক্য নিরূপণ করিতে পারা যায় তাহাকে রসায়ন-বিজ্ঞান কহে।

আমরা চতুর্দ্দিকে যে সকল পদার্থ দেখিতে পাই, তাহাদিগের অধিকাংশের মধ্যে প্রতিনিয়ত কোন না কোন পরিবর্ত্তন সংসাধিত হইতেছে। লৌহ স্পর্শ করিলে শীতলতা অনুভূত হয়, কিন্তু ইহা কিয়ৎক্ষণ অগ্নি সন্নিধানে থাকিলে অথবা সূর্য্য কিরণসম্পাতে শীঘ্রই উত্তপ্ত হইয়া উঠে; এতদ্দ্বারা স্পষ্ট বুঝিতে পারা যায় যে তৎকালে লৌহমধ্যে কোন এক প্রকার পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়াছে। যদি একটী উজ্জ্বল লৌহনির্ম্মিত সামগ্রী কিছুদিন অনাবৃত বা আর্দ্র স্থানে রক্ষিত হয়, তাহা হইলে উহার উজ্জ্বলতা বিনষ্ট হইয়া তদুপরি পাটলবর্ণের এক প্রকার অভিনব পদার্থ সংলগ্ন থাকিতে দেখা যায়। এই পদার্থকে সাধারণ ভাষায় মরিচা (Rust) কহে। বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ বাষ্পের (Oxygen) সহিত লৌহের রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইয়া এই "মরিচা" উৎপন্ন হয়; ফলতঃ ইহা লৌহ হইতে সম্পূর্ণ পৃথক্ পদার্থ ও ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত।

পদার্থ মধ্যে ভৌতিক (Physical) এবং রাসায়নিক (Chemical) এই দ্বিবিধ পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়া থাকে।

ভৌতিক পরিবর্ত্তন (Physical change)—শীতল লৌহখণ্ড উত্তপ্ত হইলে তাহার মধ্যে উপাদানগত কোন পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয় না, কেবল

স্পর্শ করিলে উত্তাপ অনুভূত হয় মাত্র। এইরূপ পরিবর্ত্তনকে ভৌতিক পরিবর্ত্তন কহে। ভৌতিক পরিবর্ত্তনে পদার্থের উপাদানগত ব্যতিক্রম ঘটে না।

জল সাতিশয় উত্তপ্ত হইলে বাষ্প এবং সমধিক শীতল হইলে বরফে পরিণত হয়। জল, জল-বাষ্প ও বরফ দৃশ্যতঃ এক পদার্থ না হইলেও উহাদের মধ্যে উপাদানগত কোন পার্থক্য নাই; অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ (Hydrogen) নামক দুইটী বায়বীয় মূল পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলনে জলের উৎপত্তি; জলের মধ্যে যে পরিমাণে এই দুই বাষ্প অবস্থিতি করে, বরফ বা জল-বাষ্পের মধ্যেও সেই পরিমাণে থাকে। সুতরাং উহাদিগের মধ্যে উপাদানগত কোন পার্থক্য দৃষ্ট হয় না। বাষ্প বা বরফে পরিণত হইলে জলে যে পরিবর্ত্তন সংসাধিত হয়, তাহা ভৌতিক পরিবর্ত্তন মাত্র।

রাসায়নিক পরিবর্ত্তন (Chemical change)—রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইলে পদার্থের উপাদানগত পার্থক্য লক্ষিত হয়। পূর্ব্বে যে লৌহের উপর মরিচা সংলগ্ন হইবার বিষয় উল্লেখ করা গিয়াছে, তাহা একটী রাসায়নিক পরিবর্ত্তনের ফল মাত্র। লৌহ ও অক্সিজেন্ বাষ্পের রাসায়নিক সম্মিলনে মরিচা উৎপন্ন হয়; ইহা একটী নূতন পদার্থ এবং লৌহ হইতে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্ম্মাক্রান্ত ফলতঃ রাসায়নিক পরিবর্ত্তনে যে শুদ্ধ নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহা নহে; সময়ে সময়ে উৎপন্ন পদার্থের বর্ণ, ঘ্রাণ ও আস্বাদন আদিপদার্থ হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন হইয়া থাকে।

(ক) বর্ণের বিভিন্নতা—

১ম পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষা-নলে মার্কিউরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ লইয়া তাহাতে আইওডাইড্ অব্ পোটাশিয়মের দ্রাবণ যোগ কর; এই দুই বর্ণহীন পদার্থের মিলনে উজ্জ্বল লোহিতবর্ণ মার্কিউরিক্ আইওডাইড্ (Red Iodide of Mercury) নামক পদার্থ উৎপন্ন হইবে।

(খ) ঘ্রাণের বিভিন্নতা—

২য় পরীক্ষা।—অল্প পরিমাণে কলিচুণ ও নিশাদল (Chloride of Ammonium) একত্রে খলে পেষণ কর—তীব্র গন্ধ যুক্ত অ্যামোনিয়া বাষ্প (Ammonia gas) নির্গত হইবে।

(গ) আস্বাদনের বিভিন্নতা—

৩য় পরীক্ষা।—লেবুর রস অম্ল এবং বাইকার্ব্বনেট্ অব্ সোডা (Bicarbonate of Soda) ক্ষার আস্বাদ যুক্ত। ইহাদিগকে এরূপ পরিমাণে মিশ্রিত কর যে উক্ত মিশ্রিত পদার্থে নীল ও

লাল লিট্‌মস্‌ কাগজ (Litmus paper) নিমজ্জিত করিলে উহার বর্ণ পরিবর্ত্তিত হইবে না। এস্থলে উপরোক্ত দুই পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলনে সাইট্রেট্‌ অব্‌ সোডা (Citrate of Soda) নামক লবণ প্রস্তুত হয়—ইহার আস্বাদন লবণাক্ত, লেবুর রস ও বাইকার্ব্বনেট্‌ অব সোডার আস্বাদন হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন।

প্রধানতঃ নিম্নলিখিত কয়েকটী কারণে রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়া থাকে। যথা—

১ম। তাপ সংযোগে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংসাধিত হয়।—

৪র্থ পরীক্ষা।—একটী পুরু পরীক্ষা-নলে (Test tube) লোহিত পারদ অক্সাইড্‌ (Red Oxide of Mercury) রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর। এই পদার্থটী দেখিতে লোহিত বর্ণ, উত্তাপ সংযোগে ইহা পারদ ও অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়। পারদ উদ্বেয় (Volatile) অর্থাৎ উত্তাপ সংযোগে উড়িয়া যায়, এজন্য পরীক্ষা-নলের উপরিস্থিত শীতলাংশে জমিয়া ধূসর বর্ণের রেখা পাত করে। অণুবীক্ষণ যন্ত্র (Microscope) সাহায্যে এই স্থানে পারদের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বর্ত্তুল গুলি দৃষ্টিগোচর হয়। এক্ষণে একটী জ্বলন্ত দীপ শলাকা পরীক্ষা-নলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা উজ্জ্বলতর হইয়া জ্বলিতে থাকে এবং যদি দীপ শলাকাটী নির্ব্বাপিত করিয়া অগ্নিমুখ থাকিতে থাকিতে উক্ত পরীক্ষা-নলের মধ্যে পুনঃপ্রবেশ করান যায়, তাহা হইলে উহা পুনরায় জ্বলিয়া উঠিবে। পরীক্ষা-নলের মুখে একটী ছিদ্রযুক্ত ছিপি লাগাইয়া একটী দ্বিবক্র কাচ-নলের এক মুখ তন্মধ্যে প্রবেশ করাও এবং অপর মুখ জলপূর্ণ পাত্রে স্থাপিত একটী জলপূর্ণ নিম্নমুখ পরীক্ষা-নলের মধ্যে স্থাপন কর। অক্সিজেন্‌ বাষ্প জলকে স্থানচ্যুত করিয়া বুদ্বুদাকারে নল মধ্যে সঞ্চিত হইবে। পরীক্ষা নলটী জল হইতে সরাইয়া ঊর্দ্ধমুখে স্থাপন করতঃ একটী অগ্নিমুখ দীপ শলাকা তন্মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা জ্বলিয়া উঠিবে।

উত্তাপ সংযোগে লোহিত পারদ অক্সাইড্‌ হইতে অক্সিজেন্‌ বাষ্প নির্গত হয়, এই বাষ্প সংস্পর্শেই আলোকটী সতেজে জ্বলিতে থাকে এবং নির্ব্বাপিতপ্রায় দীপ-শলাকা পুনঃ প্রজ্জ্বলিত হইয়া উঠে।

এস্থলে দেখা গেল যে তাপ সংযোগে লোহিত পারদ অক্সাইডে রাসায়নিক পরিবর্ত্তন উপস্থিত হইয়া পারদ ও অক্সিজেন্‌ নামক দুইটী ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে।

২য়। দুইটী বস্তু পরস্পর স্পর্শ করিলে অনেক সময়ে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হয়।—

৫ম পরীক্ষা।—একখানি পোর্সিলেন্‌ পাত্রের উপর ক্ষুদ্র এক খণ্ড ফস্‌ফরস্‌ (Phosphrous)

ও আইওডিনের (Iodine) একটী দানা কাচদণ্ড (Glass rod) সাহায্যে একত্রিত কর। এই দুই পদার্থ পরস্পর স্পৃষ্ট হইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া তাপ ও আলোক উৎপন্ন হইবে।

৩য়। দুইটী পদার্থ দ্রব অবস্থায় একত্রিত করিলে তাহাদিগের মধ্যে অতি সহজে রাসায়নিক ক্রিয়া সংসাধিত হয়।—

৬ষ্ঠ পরীক্ষা।—হীরাকশ (Sulphate of Iron) ও ফেরোসায়ানাইড্ অব্ পোটাশিয়ম্ (Ferro-cyanide of Potassium) নামক দুইটী পদার্থের গুঁড়া একত্র মিশ্রিত করিলে উভয়ের মধ্যে কোন পরিবর্ত্তন দৃষ্ট হয় না। কিন্তু এই মিশ্র পদার্থে জল ঢালিয়া দিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া গাঢ় নীলবর্ণের একটী পদার্থ প্রস্তুত হয়।

যদি আমরা সল্ফেট্ অব্ আয়রণের দ্রাবণে ফেরোসায়ানাইড্ অব্ পোটাশিয়মের দ্রাবণ যোগ করি তাহা হইলে তৎক্ষণাৎ পূর্ব্বোক্ত নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হইবে।

৪র্থ। আলোক সংযোগে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্ত্তন উপস্থিত হয়।—

৭ম পরীক্ষা।—নাইট্রেট্ অব্ সিল্ভারের দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ ক্লোরাইড্ অব্ সিল্ভার্ (Chloride of Silver) অধঃস্থ হয়; এক্ষণে এই অধঃস্থ পদার্থ দুই খণ্ড ব্লটিং কাগজের উপর ঢাল। পরে উক্ত এক খণ্ড কাগজ রৌদ্রে ও অপর খণ্ড টেবিলের মধ্যে অন্ধকারে রাখিয়া দাও। কিয়ৎক্ষণ পরে দেখিতে পাইবে যে রৌদ্রে স্থাপিত কাগজখানি আলোক সংযোগে বিবর্ণ হইয়াছে; কিন্তু অন্ধকারে রক্ষিত কাগজখানির কোন পরিবর্ত্তন দৃষ্ট হইবে না। আলোক সংযোগে সিল্ভার্ ক্লোরাইডের মধ্যে রাসায়নিক পরিবর্ত্তন সংঘটিত হইয়া গাঢ় ধূসরবর্ণের সব্ক্লোরাইড্ অব্ সিলভার্ (Subchloride of Silver) নামক লবণ প্রস্তুত হয়। এইরূপ সিল্ভার্ ব্রোমাইড, সিল্ভার্ আইওডাইড্ প্রভৃতি কতকগুলি লবণ আলোক সংযোগে বিবর্ণ হইয়া যায় এজন্য ইহারা ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয়।

৫ম। তাড়িত সংযোগে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্ত্তন হয় ইহা ইতিপূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে (৫৭ পৃষ্ঠা দেখ)।

মিশ্রণ (Chemical mixture) ও রাসায়নিক মিলন (Chemical union)—অনেক স্থলে দুইটী বস্তু একত্রিত করিলে পরস্পরের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত না হইয়া উভয়ে শুদ্ধ মিশ্রিতাবস্থায় থাকে, এবং সামান্য আয়াসেই উক্ত মিশ্র পদার্থ হইতে দুইটী বস্তুকে পুনরায় পৃথক্ করা যাইতে পারে। দুই বা ততোধিক পদার্থ এইরূপ মিশ্রিতাবস্থায় থাকিলে উহাকে একটী মিশ্র-পদার্থ কহে। মিশ্রণ এবং রাসায়নিক মিলন এতদুভয়ের মধ্যে প্রভেদ এই যে কোন

মিশ্রণ হইতে মিশ্রিত পদার্থগুলিকে সহজেই পৃথক্ করা যাইতে পারে, ইহা দ্বারা কোন নূতন বস্তুর উৎপত্তি হয় না; কিন্তু যে সকল পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তাহাদিগকে সহজে কোন মতে পৃথক্ করা যাইতে পারে না, কেননা উহাদিগের পরস্পর মিলনে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্ম্মাক্রান্ত এক বা বহু নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয়।

৮ম পরীক্ষা।—লৌহচূর (Iron filings) ও গন্ধক একত্রে হামামদিস্তা দ্বারা গুঁড়া কর। পরে এই মিশ্র পদার্থ একখানি কাগজের উপর রাখিয়া একখণ্ড চুম্বক (Magnet) উহার নিকট ধারণ করিলে লৌহকণা সকল চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া মিশ্র-পদার্থ হইতে পৃথক্ হইয়া চুম্বকে সংলগ্ন হয়। এ স্থলে দুইটী পদার্থ কেবল মিশ্রিতাবস্থায় ছিল বলিয়া এত সহজে ইহাদিগকে পরস্পর হইতে পৃথক্ করা যায়।

৯ম পরীক্ষা।—৪ ভাগ গন্ধক ও ৭ ভাগ লৌহচূর একত্রে মিশ্রিত করতঃ একটী পরীক্ষা-নলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর। উত্তাপ সংযোগে এই দুই পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া সল্‌ফাইড্ অব্ আয়রন্ (Sulphide of Iron) নামক একটী নূতন যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হইবে। এক্ষণে পরীক্ষা-নলটী শীতল হইলে উক্ত নূতন পদার্থকে বাহির করিয়া উত্তম রূপে গুঁড়াইয়া চুম্বকের নিকট ধারণ করিলে পূর্ব্বের ন্যায় লৌহকণা আর পৃথক্ হইয়া আইসে না।

ইহার কারণ এই যে এই পদার্থে লৌহ ও গন্ধক আর স্বতন্ত্র ভাবে অবস্থিতি করে না, পরন্তু উভয়ের রাসায়নিক সম্মিলনে এমন একটী নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয় যাহা লৌহ ও গন্ধক হইতে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্ম্মাক্রান্ত সুতরাং লৌহের ধর্ম্ম (অর্থাৎ চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হওয়া) এই নূতন পদার্থে প্রকাশিত হয় না। এই পদার্থ হইতে লৌহ ও গন্ধক পৃথক্ করিতে হইলে নানাবিধ জটিল রাসায়নিক প্রক্রিয়া অবলম্বন করিতে হয়।

রাসায়নিক সম্মিলনে তাপ, আলোক, সময়ে সময়ে সশব্দ-স্ফোটন (Explosion) ও তাড়িত উৎপন্ন হয়।

১০ম পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষা-নলে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ ও জল একত্রিত কর; এক্ষণে পরীক্ষা-নল স্পর্শ করিলে বিলক্ষণ উত্তাপ অনুভূত হইবে। জলের সহিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া এই উত্তাপ উদ্ভূত হয়।

১১শ পরীক্ষা—একটী পাত্রে জল রাখিয়া ক্ষুদ্র এক খণ্ড পোটাশিয়ম্ ধাতু তন্মধ্যে নিক্ষেপ করিলে প্রথমতঃ ধাতুখণ্ড এক প্রকার শব্দ করিয়া জলের উপরিভাগে চতুর্দ্দিকে ঘুরিয়া বেড়ায়—পরে জ্বলিয়া উঠে।

পোটাশিয়ম্ ধাতু জলের সহিত একত্রিত হইলে জলকে বিশ্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে এবং জলের অন্যতর উপাদান অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কষ্টিক্ পটাশ্ নামক ক্ষার পদার্থ প্রস্তুত করে। এই রাসায়নিক সম্মিলনে এত অধিক তাপ উদ্ভূত হয় যে বিমুক্ত হাইড্রোজেন্ বাষ্প একেবারে জ্বলিয়া উঠে।

১২শ পরীক্ষা।—একটী জলপূর্ণ নিম্নমুখ পরীক্ষা নল দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেন্ বাষ্প দ্বারা পূর্ণ করিয়া মুখে আলোক সংযোগ করিলে সশব্দ স্ফোটন (Explosion) হয়। আলোক সংযোগে বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত হাইড্রোজেনের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া এইরূপ সশব্দ স্ফোটন হইয়া থাকে।

১৩শ পরীক্ষা।—অল্প পরিমাণ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ (Chlorate of Potass) ও গন্ধক হামামদিস্তায় রাখিয়া সাবধানে একত্রে গুঁড়াইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া সশব্দ স্ফোটন হয়।

রাসায়নিক সম্মিলনে যে তাড়িত উৎপন্ন হয়, তাহা গ্রোভ্ প্রভৃতির তাড়িত-কোষাবলী বর্ণনা সময়ে বিশদ রূপে উল্লিখিত হইয়াছে, অতএব এস্থানে সে বিষয়ের পুনরুল্লেখ নিষ্প্রয়োজন।

পদার্থ অবিনাশী—দুই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইলে উহাদিগের আকৃতি গত পরিবর্ত্তন হয় মাত্র, কোনটী একেবারে নষ্ট বা ধ্বংস প্রাপ্ত হয় না। একটী মোম বাতি জ্বালাইয়া রাখিলে কিয়ৎক্ষণ পরে উহা পুড়িয়া নিঃশেষ হইয়া যায়, ইহাতে স্বতঃই মনে উদয় হইতে পারে যে আলোক সংযোগে মোমবাতির ধ্বংস সাধিত হয়। কিন্তু পরীক্ষা করিয়া দেখিলে জানা যায় যে, যে সকল উপাদানে (অঙ্গার ও হাইড্রোজেন্) মোম বাতি গঠিত, তাহারা পুড়িবার সময় অবস্থান্তর প্রাপ্ত হইয়া এরূপ ভিন্ন আকারে অবস্থিতি করে যে উহাদিগকে আমরা সহজে উপলব্ধি করিতে পারি না, সুতরাং মনে হয় যে বাতিটী পুড়িয়া একেবারে নষ্ট হইয়া যায়।

১৪শ পরীক্ষা।—একটী শুষ্ক, বায়ুপূর্ণ, আয়তমুখ বোতলের মধ্যে একটী জ্বলন্ত বাতি কিয়ৎক্ষণের জন্য রাখিয়া বাহির করতঃ স্বচ্ছ চুণের জল বোতলের মধ্যে ঢাল এবং উত্তম রূপে আলোড়ন কর; উহা তৎক্ষণাৎ দুগ্ধের ন্যায় শুভ্রবর্ণ ধারণ করিবে।

বায়ুপূর্ণ অপর একটী বোতলে চুণের জল ঢালিয়া আলোড়ন করিলে এরূপ পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয় না। ইহার কারণ এই যে মোম বাতির প্রধান উপাদান

অঙ্গার বা কার্ব্বন্; বাতিটী পুড়িবার সময় কার্ব্বন্ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প উৎপাদন করে। এই বাষ্পের ধর্ম্ম এই যে ইহা চুণের জলের সহিত একত্রিত হইলে চাখড়ি প্রস্তুত হয়, একারণ স্বচ্ছ চুণের জল কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প সংযোগে শ্বেতবর্ণ ধারণ করে।

নিম্নলিখিত কয়েকটী পরীক্ষা দ্বারা মোম বাতির উপরোক্ত দুইটী উপাদান নির্ণীত হইয়া থাকে।

১৫শ পরীক্ষা।—একটী মোমবাতি জ্বালাইয়া উহার শিখার উপর একখণ্ড সাদা কাগজ ধারণ করিলে ঐ কাগজের উপর ভুষা পড়ে—ইহা অঙ্গারের রূপান্তর মাত্র; এই পরীক্ষা দ্বারা কার্ব্বন্ যে মোমবাতির একটী উপাদান, তাহা সহজেই প্রমাণিত হয়।

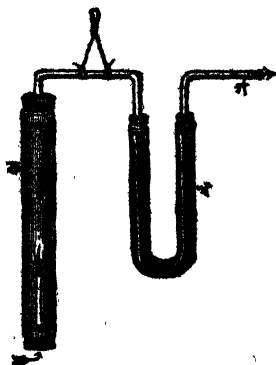
কার্ব্বন্ ব্যতীত হাইড্রোজেন্ মোমবাতির আর একটী উপাদান। বাতি পুড়িবার সময় হাইড্রোজেন্ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল উৎপাদন করে।

১৬শ পরীক্ষা।—মোমবাতিটী জ্বালাইয়া একটী শুষ্ক কাচের গেলাস দ্বারা উহার জ্বলন্ত শিখা ক্ষণকালের জন্য আবৃত করিয়া রাখিলে গেলাসের অভ্যন্তরে জলবিন্দু জমিয়া থাকিতে দেখা যায়।

ইহার কারণ এই যে বাতি পুড়িবার সময় উহার অন্যতর উপাদান হাইড্রোজেন্ বাষ্প বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া অদৃশ্য বাষ্পাকারে জল প্রস্তুত করে। উক্ত জল-বাষ্প গেলাসের শীতল গাত্র স্পর্শ মাত্রে জমিয়া তরল জল বিন্দুর আকার ধারণ করে।

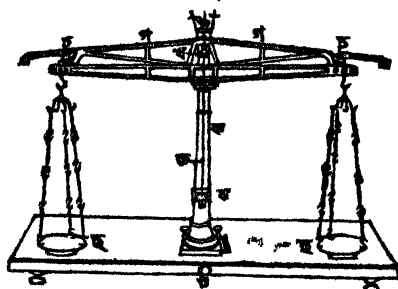
উপরোক্ত কয়েকটী পরীক্ষা দ্বারা জানা গেল যে মোম বাতিটী পুড়িলে নষ্ট বা ধ্বংস হয় না, কেবল উহার উপাদান (কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্) বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ভিন্ন আকারে অবস্থিতি করে। অতঃপর যদি আমরা এইরূপে উৎপাদিত কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প ও জল কৌশলক্রমে সঞ্চিত করিয়া ওজন করি, তাহা হইলে দেখিব যে বাতিটীর ওজন অপেক্ষা উহাদিগের ওজনের সমষ্টি অধিক; সুতরাং বাতিটী পুড়িয়া ধ্বংস প্রাপ্ত হওয়া দূরে থাকুক, বরঞ্চ পুড়িবার পর উহা ওজনে বাড়িয়া যায়। নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা ইহা সুন্দর রূপে প্রমাণিত হয়।

১৭শ পরীক্ষা।—১০ ইঞ্চি লম্বা এবং ১½ ইঞ্চি মোটা দুই মুখ খোলা একটী কাচ-নলের (২৬ চিত্র, ক) দুই মুখই ছিপি (কর্ক) দ্বারা বন্ধ করিতে হইবে। নলের নিম্নমুখস্থ

ছিপিতে কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে যদ্দ্বারা নলের অভ্যন্তরে বায়ু প্রবেশ করিতে পারে এবং উহাদিগের মধ্যে একটী অপেক্ষাকৃত বড় ছিদ্র থাকে—উহাতে একটী ছোট বাতি সংলগ্ন থাকিয়া নলের অভ্যন্তরে রক্ষিত হয়। নলের উপরের মুখের ছিপিতে একটী মাত্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে, উহাতে একটী দ্বি বক্র মুখী কাচ-নলের এক মুখ এবং উহার অপর মুখ একটী U-আকারের কাচনলের (খ) এক মুখে ছিপি দ্বারা সংলগ্ন থাকে। U-নলের মধ্যে কষ্টিক্ পটাস্ (Caustic Potash) নামক একটী মিরেট ক্ষার-পদার্থ রক্ষিত হয়; এই পদার্থ জল এবং কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প শোষণ করিতে পারে। U-নলের অপর মুখে আর একটী বক্র কাচনল (গ) ছিপি দ্বারা সংযুক্ত থাকে। এক্ষণে বাতি সমেত এই সমস্ত যন্ত্রটী ওজন করিয়া উহার ওজন লিখিয়া রাখিতে হইবে। পরে বাতিটী জ্বালাইয়া সত্বর নলের মধ্যে পুনঃপ্রবিষ্ট করতঃ গ-নলের অপর মুখে য়্যাস্পিরেটর্ নামক জলপূর্ণ একটী যন্ত্র রবারের নল দ্বারা সংযুক্ত করিয়া জল ছাড়িয়া দিলে জলপতনের সঙ্গে সঙ্গে তদভ্যন্তরে বায়ু প্রবিষ্ট হইতেই হইবে, কিন্তু বায়ু প্রবেশের অপর কোন পথ না থাকাতে পূর্ব্বোক্ত কাচ নলের (ক) নিম্ন মুখের ছিপির ছিদ্র দ্বারা বায়ু অভ্যন্তরে প্রবেশ করিবে সুতরাং বাতিটী নিবিয়া যাইবে না—বরাবর জ্বলিতে থাকিবে। এইরূপে কিয়ৎক্ষণ বাতিটী জ্বলিলে পর উহা নিবাইয়া যন্ত্রটী য়্যাস্পিরেটার্ হইতে বিযুক্ত করতঃ শীতল হইবার পর ওজন করিলে দেখা যায় যে উহা পরীক্ষার পূর্ব্বে যে ওজনের ছিল তাহা অপেক্ষা ভারী হইয়াছে। এরূপ ভারী হইবার কারণ এই যে জ্বলন্ত মোমবাতির কার্ব্বন্ ও হাইড্রোজেন্ বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প ও জল উৎপাদন করে; এইরূপে মিলিত অক্সিজেনের ভার দ্বারা উহাদিগের পূর্ব্ব ভারের বৃদ্ধি সাধন হয় সুতরাং পরীক্ষার পর যন্ত্রটীর ওজন পূর্ব্বাপেক্ষা অধিক হয়। পূর্ব্বোক্ত U-নলস্থিত কষ্টিক্ পটাশ্ উৎপাদিত কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প ও জল শোষণ করিয়া লয়।

২৬শ চিত্র।

উপরোক্ত পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে কোন পদার্থেরই ধ্বংশ নাই—রাসায়নিক মিলনে উহাদিগের আকার ও ধর্ম্মগত পরিবর্ত্তন সাধিত হয় মাত্র। ফলতঃ দুই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া যে নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহার ওজন উপাদানভূত আদিপদার্থদিগের ওজনের সমষ্টির সহিত সমান।

তুলাদণ্ড (Scales)—এইরূপে পদার্থের উপাদান-তত্ত্ব নিরূপণ করিতে হইলে সর্ব্বদা ওজন করিবার প্রয়োজন হয়। সচরাচর খাদ্য দ্রব্য অথবা প্রয়োজনীয় অন্যান্য পদার্থ ওজন করিবার জন্য যে সকল তুলাদণ্ড ব্যবহৃত হইয়া থাকে, রাসায়নিক-তত্ত্ব-নিরূপক সূক্ষ্ম ভার নির্ণয়ের পক্ষে তাহারা সম্পূর্ণ অনুপযোগী। রাসায়নিক কার্য্যের নিমিত্ত যে তুলাদণ্ড ব্যবহৃত হয়, তাহাকে কেমিক্যাল্ ব্যালান্স্ (Chemical Balance) কহে; ইহা দ্বারা এক গাছি চুলেরও সূক্ষ্ম ভার নির্ণয় করিতে পারা যায়। নিম্নে এইরূপ তুলাদণ্ডের একটী চিত্র প্রদর্শিত হইল।

একটী পিত্তলের দণ্ড (২৭শ চিত্র, ক) লম্বমানভাবে একটী কাষ্ঠের বাক্স বা আধারের উপর দৃঢ়রূপে আবদ্ধ থাকে এবং উহার শীর্ষদেশে য়্যাগেট্ (Agate) নামক একখণ্ড ক্ষুদ্র সমতল অতি মসৃণ চতুষ্কোণ প্রস্তর সংলগ্ন থাকে। এই লম্বমান পিত্তলের দণ্ডকে ইংরাজীতে ষ্টেম্ (Stem) কহে। অপর একটী সরু পিত্তলের দণ্ডের (গ, গ) নিম্নভাগে ঠিক্ মধ্যস্থলে ত্রিকোণাকার আর এক খণ্ড

২৭শ চিত্র।

য়্যাগেট্ (খ) সংলগ্ন থাকে এবং এই শেষোক্ত দণ্ডটী আড়াআড়ি ভাবে প্রথমোক্ত লম্বমান দণ্ডের উপর এরূপে রক্ষিত হয় যে একের য়্যাগেট্ অপরের য়্যাগেটের উপর অবস্থিতি করে। এবম্প্রকারে স্থাপিত হইবার কারণ এই যে ইহা অতি সহজেই উভয় পার্শ্বে উঠিতে বা নামিতে পারে। এই আড়ভাবে স্থাপিত দণ্ডকে ইংরাজীতে বীম্ (Beam) কহে—চলিত ভাষায় ইহাকে "দাঁড়ি" বলে। এই দাঁড়ির দুই প্রান্তের উপরিভাগে দুইখানি ত্রিকোণ য়্যাগেট্ (চ, চ) সংলগ্ন ও উহাদিগের উপরে অপর দুইখানি সমতল চতুষ্কোণ য়্যাগেট্ স্থাপিত থাকে—এই শেষোক্ত য়্যাগেট্দ্বয় হইতে সূত্র বা তার দ্বারা দুইখানি পিত্তল বা অন্য ধাতু নির্ম্মিত

পাল্লা (ছ, ছ) ঝুলিতে থাকে। ইহাকে ইংরাজীতে প্যান্ (Pan) কহে। দাঁড়ির ঠিক্ মধ্যস্থলে লৌহনির্ম্মিত লম্বমান ক্রমশঃ সূক্ষ্মাগ্র একটী কাঁটা (জ) আবদ্ধ থাকে এবং উহার অগ্রভাগ প্রথমোক্ত লম্বমান দণ্ডের (Stem) নিম্ন প্রদেশে সংলগ্ন ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সমানাংশে বিভক্ত একখানি পিত্তল বা অস্থি ফলকের (ঝ) ঠিক্ মধ্যস্থলে অবস্থিতি করে। এই কাঁটা ও ফলককে ইংরাজীতে যথাক্রমে ইণ্ডেক্স্ (Index) ও স্কেল্ (Scale) বলে। কোন পদার্থ ওজন করিতে হইলে উহাকে বাম-দিকস্থ পাল্লার উপর রাখিয়া দক্ষিণদিগের পাল্লার উপর বাটুখারা (Weights) চাপাইয়া দিতে হয়। যতক্ষণ উভয়দিকের ওজন সমান না হয়, ততক্ষণ যে দিক্ ভারি, কাঁটাটী স্কেলের উপর তাহার বিপরীত দিকে সরিয়া যায়। যখন উভয় দিকের ভার সমান হয় অর্থাৎ পদার্থটীর ঠিক্ ওজন হয়, তখন কাঁটাটী কিয়ৎক্ষণ এদিক ওদিক করিলেও অবশেষে স্কেলের ঠিক্ মধ্যস্থলে আসিয়া স্থির ভাবে অবস্থিতি করে, এবং তখনই আমরা জানিতে পারি যে, যে বাটুখারা গুলি দক্ষিণ পাল্লায় রক্ষিত হইয়াছে, তাহারাই উক্ত পদার্থের যথার্থ ওজন।

এই তুলাদণ্ড নির্ম্মাণে এতগুলি য়্যাগেট্ প্রস্তর ব্যবহার করিবার কারণ এই যে এতদ্দ্বারা পিত্তলের লম্বমান দণ্ড ও তদুপরি আড়াআড়ি ভাবে স্থিত দাঁড়ি, এবং দাঁড়ি ও পাল্লা, এই সকলের সন্ধিস্থলে পরস্পরে ঘর্ষিত হইবার কোন সম্ভাবনা থাকে না। ঘর্ষণ যতই কম হয়, পাল্লাটী তত সামান্য ভারেই এক দিকে ঝুঁকিয়া পড়ে এবং এইরূপে অতি লঘু পদার্থেরও ওজন নির্দ্দেশ করিতে সক্ষম হয়।

য়্যাগেট্ অতি মসৃণ ও পিচ্ছিল, এজন্য পিত্তলের দাঁড়িটী দণ্ডের উপর এবং পাল্লা দুইখানি দাঁড়ির উপর অতি সামান্য ভারেই এদিক ওদিক নড়িতে থাকে। দুই খানি য়্যাগেট্ সর্ব্বদা পরস্পর স্পর্শ করিয়া থাকিলে ঘর্ষণ দ্বারা উহাদিগের মসৃণতা নষ্ট হইবার সম্ভাবনা এবং এইরূপে তুলাদণ্ডের সূক্ষ্ম ওজন ক্ষমতা ক্রমশঃ নষ্ট হইয়া যায়, এজন্য কৌশলক্রমে দাঁড়ি ও পাল্লা দুইখানি উত্তোলিত করিয়া য়্যাগেট্ প্রস্তরগুলি পরস্পর হইতে পৃথক্ করিয়া রাখা হয়; ওজন করিবার সময় নিম্নস্থ পিত্তলের চাকাখানি (২৭শ চিত্র, ট) দক্ষিণ দিকে ঘুরাইলে উহারা স্ব স্ব নির্দ্দিষ্ট স্থানে আসিয়া অবস্থিতি করে; ওজন শেষ হইলে চাকাখানি বিপরীত দিকে ঘুরাইয়া উহাদিগকে পূর্ব্ববৎ পরস্পর হইতে পৃথক্ করিয়া রাখা হয়।

পরিমাণ ও ওজন (Measures and Weights)—পদার্থের দৈর্ঘ্য (Length), বিস্তৃতি (Area) এবং আয়তন (Volume) নিরূপণ করিবার জন্য যে প্রণালী মতে মাপ করা হয়, ইংরাজীতে তাহাকে মিট্রিক্ পরিমাণ প্রণালী (Metric System of Measures) কহে। এই প্রণালী প্রথমতঃ ফ্রান্স্ দেশে প্রচলিত হয়, এজন্য ইহাকে ফরাসী পরিমাণ-প্রণালীও (French System of Measures) কহে। এক্ষণে সমগ্র বৈজ্ঞানিক জগতে এই প্রণালী মতে পদার্থের পরিমাণ নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে।

এই প্রণালী ব্যবহারের সুবিধা এই যে, যে মাপটী একক (Unit) বলিয়া গৃহীত হয়, তাহাকে দশ, শত বা সহস্র গুণ করিয়া এককের ঊর্দ্ধতন মাপ নির্দ্দিষ্ট হয় এবং দশ, শত বা সহস্র সমান ক্ষুদ্রাংশে বিভক্ত করিয়া একক অপেক্ষা ন্যূন মাপ নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। এইরূপে পদার্থের মাপ দশমিক অঙ্কে (Decimal) লিখিত হয়, এজন্য বৃহৎ বৃহৎ গুণ ও ভাগ করিবার প্রয়োজন হয় না—অতি অল্প সময়ে ও সহজে অঙ্ক কসা যায়।

এই প্রণালী মতে ১ মিটার্ (meter) দৈর্ঘ্যের একক মাপ (Unit) রূপে গৃহীত হয়; ১ মিটারের পরিমাণ ৩৯·৩৭ ইঞ্চি। ১ মিটার্‌কে ১০, ১০০ ও ১০০০ সমান অংশে বিভক্ত করা যায়; এই সকল সংখ্যা দ্বারা এক মিটার্ অপেক্ষা ন্যূন মাপ নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। মিটারের দশাংশকে এক ডেসিমিটার্ (Decimeter), শতাংশকে এক সেণ্টিমিটার্ (Centimeter) এবং সহস্রাংশকে এক মিলিমিটার্ (Millimeter) কহে। অপরন্তু মিটারের ঊর্দ্ধতন পরিমাণ নিরূপণ করিতে হইলে উহাকে দশ, শত বা সহস্র সংখ্যা দ্বারা গুণ করিতে হয়। ১০ মিটার্‌কে এক ডেকামিটার্ (Decameter), ১০০ মিটার্‌কে এক হেক্টামিটার্ (Hectameter) এবং ১০০০ মিটার্‌কে এক কিলোমিটার্ (Kilometer) কহে।

পদার্থের বিস্তৃতির (দৈর্ঘ্য × প্রস্থ) পরিমাণ করিতে হইলে এক বর্গ-মিটার্ (Square Meter) একক রূপে গৃহীত হয়। বর্গ মিটার্‌কে মিটারের ন্যায় দশ, শত বা সহস্র সমান অংশে যথাক্রমে বর্গ ডেসিমিটার্, বর্গ সেণ্টিমিটার্ ও বর্গ মিলিমিটারে বিভক্ত করা যায়, এবং দশ, শত বা সহস্র গুণ করিলে যথাক্রমে বর্গ ডেকামিটার্, বর্গ হেক্টামিটার্ ও বর্গ কিলোমিটার্ হইয়া থাকে।

পদার্থের আয়তন (দৈর্ঘ্য × প্রস্থ × উচ্চতা) পরিমাণ করিতে হইলে এক ঘন মিটার্ (Cubic Meter) একক রূপে গৃহীত হয়। বর্গ মিটার্ যেরূপ বর্গ-ডেসিমিটার্, বর্গ সেণ্টিমিটার্, বর্গ মিলিমিটার্ প্রভৃতি ক্ষুদ্রাংশে বিভক্ত হয়, ঘনমিটার্ও সেইরূপ ঘন ডেসিমিটার্, ঘন সেণ্টিমিটার্ এবং ঘন মিলিমিটারে বিভক্ত হইয়া থাকে। পুনশ্চ দশ ঘন মিটারে এক ঘন ডেকামিটার্, একশত ঘন মিটারে এক ঘন হেক্টামিটার্, এবং এক সহস্র ঘন মিটারে এক ঘন কিলোমিটার্ হইয়া থাকে।

পদার্থের মাপ ও ওজন এতদুভয়ের মধ্যে সম্বন্ধ রাখিবার জন্য ৪° C. তাপ-মাত্রায় এক ঘন সেণ্টিমিটার্ পরিমিত পরিস্রুত জল প্যারিস্ নগরীতে ওজন করিয়া উক্ত ওজন একক রূপে গৃহীত হয়। ওজনের এই একককে এক গ্র্যাম্ কহে, ইহা ১৫.৪৩৯ গ্রেণের সহিত সমান। মিটারের ন্যায় এক গ্র্যাম্‌কেও দশ, শত ও সহস্র সমান ক্ষুদ্রাংশে বিভক্ত করা যায়; $\frac{১}{১০}$ গ্র্যাম্‌কে এক ডেসি-গ্র্যাম্, $\frac{১}{১০০}$ গ্র্যাম্‌কে এক সেণ্টিগ্র্যাম্, এবং $\frac{১}{১০০০}$ গ্র্যাম্‌কে এক মিলিগ্র্যাম্ কহে; পুনশ্চ দশ গ্র্যামে এক ডেকাগ্র্যাম্, এক শত গ্র্যামে এক হেক্টাগ্র্যাম্ ও এক সহস্র গ্র্যামে এক কিলোগ্র্যাম্ হইয়া থাকে।

সচরাচর তরল ও বাষ্পীয় পদার্থের আয়তন পরিমাণের নিমিত্ত লিটার্ (Liter) নামক একটী মাপ ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ১ লিটার্ ১০০০ ঘন সেণ্টিমিটার্ অথবা ১¾ পাইণ্টের সহিত সমান। O°C ও সহজ বায়ু-চাপে এক লিটার্ হাইড্রোজেনের ওজন .০৮৯৬ গ্র্যাম্। যাবতীয় বাষ্পীয় পদার্থের ওজন নির্ণয় করিতে হইলে তাহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্বের সংখ্যাকে এই অঙ্ক দ্বারা গুণ করিতে হয়। নাইট্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১৪, সুতরাং ১ লিটার্ নাইট্রোজেনের ওজন = ১৪ × .০৮৯৬ = ১.২৫৪৪ গ্র্যাম্।

ওজনের জন্য দুই প্রকার বাট্‌খারা ব্যবহৃত হয়, একটীর নাম গ্র্যাম্ (Gramme) ও অপরটী গ্রেণ্ (Grain) বাট্‌খারা বলিয়া পরিচিত। গ্রেণ্ অপেক্ষা গ্র্যাম্ বাট্‌খারার ব্যবহার সমধিক প্রচলিত এবং উহা মিট্রিক পরিমাণ প্রণালীর অন্তর্ভূত বলিয়া পদার্থের ওজন উল্লেখ করিবার সময় আমরা গ্র্যাম্ ওজন ব্যবহার করিব।

পদার্থ—ইন্দ্রিয় গ্রাহ্য বস্তু মাত্রেই পদার্থ নামে অভিহিত। পদার্থ সকল প্রধানতঃ দুই ভাগে বিভক্ত যথা—

১ম। রূঢ় বা মূল পদার্থ (Elements)

২য়। যৌগিক পদার্থ (Compounds)

যে সকল পদার্থকে বিশ্লিষ্ট করিয়া অন্য পদার্থ উৎপন্ন করিতে পারা যায় না, তাহাদিগকে রূঢ় বা মূল পদার্থ কহে। লৌহ, পারদ, সীস প্রভৃতি এক একটী মূল পদার্থ। কোন রূপ ভৌতিক বা রাসায়নিক শক্তি দ্বারা আজি পর্য্যন্ত এই মূল পদার্থগুলি বিশ্লিষ্ট হইয়া সূক্ষ্মতর ভিন্নধর্ম্মাক্রান্ত পদার্থে পরিণত হয় নাই। ইহাদিগকে যতই সূক্ষ্মভাগে বিভক্ত করা যাউক না কেন ইহারা সর্ব্বদা স্বধর্ম্ম বিশিষ্ট থাকে।

যে সকল পদার্থকে ভৌতিক বা রাসায়নিক শক্তির সাহায্যে দুই বা ততোধিক মূল পদার্থে বিভক্ত করা যাইতে পারে, তাহাদিগকে যৌগিক পদার্থ বলে। লোহিত পারদ অক্সাইড্ একটী যৌগিক পদার্থ; ইহা তাপ সংযোগে পারদ ও অক্সিজেন্ নামক দুই মূল পদার্থে বিভক্ত হইয়া যায় তাহা ইতি পূর্ব্বেই পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণীকৃত হইয়াছে। আমরা যে লবণ প্রতি দিন খাদ্যের সহিত মিশ্রিত করিয়া ভক্ষণ করি, তাহাও একটী যৌগিক পদার্থ; রাসায়নিক-প্রক্রিয়া দ্বারা উহাকে সোডিয়ম্ (Sodium) নামক ধাতব মূল পদার্থ ও ক্লোরিন্ (Chlorine) নামক অধাতব বায়বীয় পদার্থে বিভক্ত করা যাইতে পারে। এইরূপে দুই বা ততোধিক মূল পদার্থ রাসায়নিক শক্তি দ্বারা সম্মিলিত হইলে যৌগিক পদার্থ সৃষ্ট হয়।

একাল পর্য্যন্ত ৭০টী মূল পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়াছে; কিন্তু যৌগিক পদার্থের সংখ্যা করা যায় না।

এই সকল মূল পদার্থ সাধারণতঃ দুই শ্রেণীতে বিভক্ত, যথাঃ—

১। ধাতব মূল পদার্থ (Metals)

২য়। অধাতব মূল পদার্থ (Non-metals)

স্বর্ণ, রৌপ্য, দস্তা, পোটাসিয়ম্, প্ল্যাটিনম্, টিন প্রভৃতি ৫৩টী ধাতব মূল পদার্থ। কতকগুলি বিশেষ বিশেষ গুণ বা ধর্ম্ম ইহাদের প্রত্যেকের মধ্যেই অল্প বা অধিক পরিমাণে লক্ষিত হয়। ধাতব পদার্থ মাত্রেই উত্তম তাপ ও তাড়িত পরিচালক (Conductor of heat and electricity), ধাতব ঔজ্জ্বল্য (Metallic lustre) সম্পন্ন ও অস্বচ্ছ (Opaque); কিন্তু কতকগুলি অধাতব পদার্থের মধ্যেও এই সকল লক্ষণ দেখিতে পাওয়া যায়—যেমন গ্রাফাইট্ (Graphite),

আর্সেনিক্ (Arsenic) ইত্যাদি। পারদ ব্যতীত সকল ধাতব পদার্থই নিরেট (solid), পারদ তরল পদার্থ।

এ পর্য্যন্ত অধাতব মূল পদার্থের সংখ্যা ১৫টী মাত্র ছিল, সম্প্রতি আর্গন্ (Argon) এবং হিলিয়ম্ (Helium) নামক দুইটী নূতন পদার্থ আবিষ্কৃত হইয়া ইহারা সংখ্যায় ১৭টী হইয়াছে। ইহাদিগের মধ্যে কতকগুলি নিরেট, একটী তরল এবং অবশিষ্ট গুলি বায়বীয় অবস্থায় অবস্থিতি করে। গন্ধক, আর্সেনিক্ প্রভৃতি মূল পদার্থগুলি নিরেট, ব্রোমিন্ (Bromine) নামক মূল পদার্থ তরল অবস্থায় থাকে এবং অক্সিজেন্, হাইড্রোজেন্ প্রভৃতি পদার্থগুলি বায়বীয় অবস্থায় অবস্থিতি করে।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন (Chemical Symbols)—মূল পদার্থের নাম প্রত্যেকবারে লিখিতে হইলে অসুবিধা হয় বলিয়া রাসায়নিক পণ্ডিতেরা কতকগুলি সাঙ্কেতিক চিহ্নের সৃষ্টি করিয়াছেন। এই চিহ্ন দেখিলেই মূল পদার্থগুলি অনুমিত হয়। নামের আদ্যক্ষর অথবা প্রথম ও অন্ত একটী অক্ষর লইয়া এই সকল সাঙ্কেতিক চিহ্ন প্রস্তুত হইয়াছে। O অক্সিজেনের আদ্যক্ষর, এই O লিখিলেই অক্সিজেন্ বুঝায়। K লিখিলে পোটাসিয়ম্ নামক একটী ধাতব পদার্থ বুঝায়, এস্থলে K পোটাসিয়মের ল্যাটিন্ নাম ক্যালিয়মের (Kalium) প্রথমবর্ণ। জিঙ্ক্ (Zinc) লিখিতে হইলে Zn লিখিলেই চলে।

এইরূপে একটী যৌগিক পদার্থের গঠন দেখাইতে হইলে যে যে মূল পদার্থ দ্বারা উহা নির্ম্মিত, সেই সেই উপাদান গুলির সাঙ্কেতিক চিহ্ন পাশাপাশি করিয়া লিখিলেই উহা বোধগম্য হইয়া থাকে। হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ একটী যৌগিক পদার্থ, ইহা হাইড্রোজেন্ (H) এবং ক্লোরিন্ (Cl) এই দুই মূল পদার্থের রাসায়নিক সংযোগে উৎপন্ন হইয়া থাকে; অতএব এই দুই মূল পদার্থের সাঙ্কেতিক চিহ্ন পাশাপাশি করিয়া লিখিলেই হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ বুঝায়, যথা—HCl

দুই বা ততোধিক মূল বা যৌগিক পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক সংযোগ দেখাইতে হইলে পদার্থগুলির সাঙ্কেতিক চিহ্ন লিখিয়া মধ্যে এক একটী যোগ চিহ্ন (+) দিতে হয়; ইহাতে এই বুঝায় যে উক্ত পদার্থগুলির অণু (Molecules) পরস্পর অতি সান্নিধ্যে থাকিয়া মিলিত হইতেছে। এইরূপ সংযোগকে ইংরাজীতে

রাসায়নিক প্রতি-ক্রিয়া (Chemical Re-action) কহে। এই রাসায়নিক প্রতি-ক্রিয়া দেখাইতে হইলে উপাদান ও উৎপন্ন পদার্থের মধ্যে একটী সমচিহ্ন (=) দিতে হয় ; যথা, $H_2+Cl_2=2HCl$

এখানে ইহাই বুঝাইতেছে যে হাইড্রোজেন্ ও ক্লোরিনের অণু পরস্পর মিলিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ (Hydrochloric Acid, HCl) উৎপন্ন হয়। এইরূপে যাবতীয় রাসায়নিক প্রতি-ক্রিয়া প্রদর্শিত হইয়া থাকে ; ইহাকেই রাসায়নিক সমীকরণ (Chemical Equation) কহে।

পরমাণু ও অণু (Atoms and Molecules)—কল্পনা দ্বারা মূল পদার্থকে যতদূর সূক্ষ্মতম অংশে বিভক্ত করা যাইতে পারে তাহার প্রত্যেকটীকে পরমাণু কহে। যৌগিক পদার্থের সূক্ষ্মাংশের নাম অণু ; এই অণু দুই বা ততোধিক বিভিন্ন মূল পদার্থের পরমাণুর সমষ্টি দ্বারা গঠিত। রাসায়নিক পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে কোন মূল পদার্থের পরমাণু কদাচ একাকী থাকিতে পারে না, দুই বা ততোধিক একত্রে মিলিত হইয়া থাকে ; এইরূপ পরমাণুর সমষ্টিকেও অণু কহে।

পারমাণবিক গুরুত্ব (Atomic Weight)—পরমাণু কল্পনাতীত সূক্ষ্ম হইলেও প্রত্যেকের কিয়ৎপরিমাণ ভার আছে ইহাকেই পারমাণবিক গুরুত্ব কহে।

হাইড্রোজেন্ সর্ব্বাপেক্ষা লঘু বলিয়া পরমাণুর ভার নির্দ্দেশের সময় ইহার পরমাণুই আদর্শ (Standard) বলিয়া গৃহীত হয়। হাইড্রোজেনের পরমাণুর ভার ১ নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে—১ বলিলে কোন বিশেষ ওজনের পরিমাণ বুঝায় না, এতদ্দ্বারা ১ গ্রেণ বা ১ গ্র্যাম্, ১ সের বা ১ মণ সকলই বুঝাইতে পারে।

অপরাপর সকল মূল পদার্থের পরমাণুর ভার হাইড্রোজেনের পরমাণুর ভারের সহিত তুলনা করিয়া স্থিরীকৃত হইয়াছে। পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে অক্সিজেনের পরমাণু হাইড্রোজেনের পরমাণু অপেক্ষা ১৫·৯৬ গুণ ভারী, এজন্য অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১৫·৯৬ বলিয়া নির্দ্দিষ্ট হয়।

এইরূপ সকল মূল পদার্থেরই এক একটী নির্দ্দিষ্ট পারমাণবিক গুরুত্ব আছে। পর পৃষ্ঠায় মূল পদার্থ সকলের নাম, সাঙ্কেতিক চিহ্ন ও পারমাণবিক গুরুত্ব প্রদর্শিত হইল :—

১। অধাতব মূল পদার্থ (১৭)।

পদার্থ	Name	বাঙ্গালা নাম	সাঙ্কেতিক চিহ্ন	পারমাণবিক গুরুত্ব
* অক্সিজেন্	Oxygen	অম্লজন	O	১৫ ৯৬
* হাইড্রোজেন্	Hydrogen	উদজন	H	১.০
* নাইট্রোজেন্	Nitrogen	যবক্ষারজন	N	১৪ ০১
* কার্ব্বন্	Carbon	অঙ্গার	C	১১ ৯৭
* বোরণ্	Boron	টঙ্কনক	B	১১ ০
* সিলিকন্	Silicon	সিকতক	Si	২৮ ০
* সল্‌ফর্	Sulphur	গন্ধক	S	৩১ ৯৮
সিলিনিয়ম্	Selenium	উপগন্ধক	Se	৭৮ ০
টেলিউরিয়ম্	Tellurium	অনুপগন্ধক	Te	১২৫ ০
ফস্‌ফরাস্	Phosphorus	প্রস্ফুরক বা দীপক	P	৩০ ৯৬
* আর্সেনিক্	Arsenic	হরিতালজন	As	৭৪ ৯
* ফ্লোরিন্	Flourine	কাচাত্মক	F	১৯ ১
* ক্লোরিন্	Chlorine	হরিতীন	Cl	৩৫ ৩৭
* ব্রোমিন্	Bromine	পূতিন	Br	৭৯ ৭৫
* আইওডিন্	Iodine	অরুণক	I	১২৬ ৫৩
হিলিয়ম্ *	Helium	...	...	...
আর্গন্	Argon	...	...	...

হিলিয়ম্ ও আর্গন্ নামক দুইটী বাষ্পীয় মূল পদার্থ লর্ড র‍্যালে ও অধ্যাপক র‍্যাম্‌জে কর্তৃক সম্প্রতি আবিষ্কৃত হইয়াছে। কিন্তু ইহাদিগের প্রকৃতি ও ধর্ম্ম সম্বন্ধে সবিশেষ তত্ত্ব এ পর্য্যন্ত নির্ণীত হয় নাই এজন্য এই দুইটী পদার্থের আলোচনা আপাততঃ নিষ্প্রয়োজনীয়।

পদার্থ	Name	বাঙ্গালা নাম	সাঙ্কেতিক চিহ্ন	পারমাণবিক গুরুত্ব
* পোটাসিয়ম্	Potassium	ক্ষারক	K	৩৯.০৪
* সোডিয়ম্	Sodium	লবণক	Na	২২.৯৯
লিথিয়ম্	Lithium		Li	৭.০১
সীসিয়ম্	Cæsium		Cs	১৩৩.০
রুবিডিয়ম্	Rubidium		Rb	৮৫.২
* বেরিয়ম্	Barium		Ba	১৩৬.৮
* ষ্ট্রন্‌শিয়ম্	Strontium		Sr	৮৭.২
* ক্যাল্‌সিয়ম্	Calcium	চূর্ণপ্রদ	Ca	৩৯.৯
* ম্যাগ্‌নেসিয়ম্	Magnesium	সুবজ	Mg	২৪.৩
* য়্যালুমিনিয়ম্	Aluminium	ফট্‌কিরিপ্রদ	Al	২৭.০
গ্যালিয়ম্	Gallium		G	৬৯.৮
জার্ম্মেনিয়ম্	Germanium		Ge	৭২.৭৫
গ্লুসিনম্ বা বেরিলিয়ম্	Glucinum or Beryllium		Gl or Be	৯.০২
জার্কোনিয়ম্	Zirconium		Zr	৯০.৪
থোরিয়ম্	Thorium		Th	২৩১.৫
ইট্রিয়ম্	Yttrium		Y	৮৯.৬
আর্ব্বিয়ম্	Erbium		E	১৬৬.০
ইটার্ব্বিয়ম্	Ytterbium		Yb	১৭.৩২
স্ক্যাণ্ডিয়ম্	Scandium		Sc	৪৪.০
সিরিয়ম্	Cerium		Ce	১৩৯.৯
ল্যান্থেনম্	Lanthanum		La	১৩৮.০
ডাইডিমিয়ম্	Didymium		D	১৪২.০
নায়োবিয়ম্	Niobium		Nb	৯৪.০
জিঙ্ক্	Zinc	দস্তা	Zn	৬৫.১
নিকেল্	Nickel		Ni	৫৮.৬
কোবাল্ট্	Cobalt		Co	৫৮.৬
আয়রণ্	Iron	লৌহ	Fe	৫৫.৯

পদার্থ	Name	বাঙ্গালা নাম	সাঙ্কেতিক চিহ্ন	পারমাণবিক গুরুত্ব
* ম্যাঙ্গানীজ্	Manganese		Mn	৫৫.০
* ক্রোমিয়ম্	Chromium		Cr	৫২.০
* ক্যাড্মিয়ম্	Cadmium		Cd	১১১.৯
* ইউরেনিয়ম্	Uranium		U	২৩৯.০
ইণ্ডিয়ম্	Indium		In	১১৩.৩
* কপার্	Copper	তাম্র	Cu	৬৩ ১
* বিস্মথ্	Bismuth		Bi	২০৮.৪
* লেড্	Lead	সীস	Pb	২০৬.৪
থ্যালিয়ম্	Thallium		Tl	২০৩.৬
* টিন্	Tin	রঙ্গ বা রাং	Sn	১১৭.৮
* টিটানিয়ম্	Titanium		Ti	৪৮.০
ট্যান্টালম্	Tantalum		Ta	১৮২.০
মলিব্ডিনম্	Molybdenum		Mo	৯৫.৮
* ট্যাঙ্ষ্টেন্	Tungsten		W	১৮৪.০
ভ্যানেডিয়ম	Vanadium		V	৫১.২
* অ্যান্টিমণি	Antimony	রসাঞ্জনপ্রদ	Sb	১২০.০
* মার্কারি	Mercury	পারদ	Hg	১৯৯.৮
* সিল্ভার্	Silver	রৌপ্য	Ag	১০৭.৬৬
* গোল্ড্	Gold	স্বর্ণ	Au	১৯৬.৭
* প্ল্যাটিনম্	Platinum	সিতকাঞ্চন	Pt	১৯৪.৫
প্যালেডিয়ম্	Palladium		Pd	১০৬.২
রোডিয়ম্	Rhodium		Rh	১০৪.১
রুথেনিয়ম্	Ruthenium		Ru	২০৩ ৫
অস্মিয়ম্	Osmium		Os	১৯[illegible]৩.০
আইরিডিয়ম্	Iridium		Ir	১৯[illegible].৭
ডেভিয়ম্	Davyum		Da	১৫[illegible]৩ [illegible]

যে সকল নামের পূর্ব্বে (*) এই চিহ্ন আছে, পদার্থ-তত্ত্বে তাহাদেরই ব্যবহার অধিকতর দেখিতে পাওয়া যায়।

পারমাণবিক গুরুত্ব ভগ্নাংশে থাকিলে অঙ্ক কসিবার অসুবিধা হয়, এজন্য অঙ্ক কসিবার সময় অক্সিজেন্ প্রভৃতি পদার্থের ভগ্নাংশ ব্যবহৃত না হইয়া অব্যবহিত পূর্ব্ব বা পরবর্ত্তী পূর্ণ সংখ্যা পারমাণবিক গুরুত্ব বলিয়া গৃহীত হইয়া থাকে—যথা অক্সিজেন্ ১৫·৯৬ না ধরিয়া ১৬ ধরা যায়; এইরূপে কার্ব্বনের ১১·৯৭, স্থানে ১২, নাইট্রোজেনের ১৪·০১ স্থানে ১৪, ব্রোমিনের ৭৯·৭৫ স্থানে ৮০, পোটাসিয়মের ৩৯·০৪ স্থানে ৩৯ এবং পারদের ১৯৯·৮ স্থানে ২০০ ধরা যায়।

কতকগুলি মূল পদার্থ পৃথিবীর মধ্যে প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়; কিন্তু অপর কতকগুলি মূল পদার্থ এত অল্প পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায় যে তাহাদিগের প্রকৃতি ও ধর্ম্ম সম্বন্ধীয় যাবতীয় তত্ত্ব এ পর্য্যন্ত সম্পূর্ণরূপে অবগত হইতে পারা যায় নাই। ভূ-স্তর (Crust of the Earth) মধ্যে অক্সিজেন্ ও সিলিকন্ অত্যধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে। প্রত্যেক ৯ ভাগ জলে ৮ ভাগ এবং প্রতি ৫ ভাগ বায়ুতে প্রায় ১ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ দেখিতে পাওয়া যায়। উদ্ভিদ্ ও জীব-দেহ মধ্যে কার্ব্বনের পরিমাণ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক—ইহা ব্যতীত হাইড্রোজেন্, নাইট্রোজেন্, অক্সিজেন্ প্রভৃতি অপরাপর মূল পদার্থের পরিমাণও নিতান্ত অল্প নহে।

পূর্ব্বে যে সাঙ্কেতিক চিহ্নের উল্লেখ করা গিয়াছে, তদ্দ্বারা মূল পদার্থের যে কেবল উপলব্ধি হইয়া থাকে তাহা নহে—উহা দ্বারা মূল পদার্থের পরমাণুর গুরুত্বও নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। O লিখিলে যে শুদ্ধ অক্সিজেন্ বুঝায় তাহা নহে, তৎসঙ্গে উহার পারমাণবিক গুরুত্ব ১৬ ও বুঝা গিয়া থাকে।

যদি সাঙ্কেতিক চিহ্নের নীচে কোন অঙ্কপাত থাকে, তাহা হইলে সাঙ্কেতিক চিহ্নোক্ত পদার্থের কতগুলি পরমাণু লইয়া রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হয় তাহাই নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে। H_2O লিখিলে হাইড্রোজেনের ২ পরমাণুর সহিত ১ পরমাণু অক্সিজেন্ মিলিত হইয়াছে বুঝায়।

সাংযোগিক সংখ্যা বা গুরুত্ব (Combining Number or Weight)—পারমাণবিক গুরুত্বের সংখ্যার অনুপাত (Proportion) অনুসারে মূল পদার্থ সমূহের পরস্পর রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইয়া যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয় বলিয়া উক্ত সংখ্যাকে পদার্থের সাংযোগিক সংখ্যা বা সাংযোগিক গুরুত্ব কহে। ক্যাল্‌সিয়ম্ ধাতু ও অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া চূণ প্রস্তুত হয়।

চুণের সাঙ্কেতিক চিহ্ন CaO; ইহা লিখিলে এই বুঝায় যে ক্যাল্‌সিয়মের এক পরমাণু অক্সিজেনের এক পরমাণুর সহিত মিলিত আছে। ক্যাল্‌সিয়মের পরমাণুর ভার ৪০ এবং অক্সিজেনের পরমাণুর ভার ১৬; যখনই এতদুভয়ের রাসায়নিক মিলন হয়, তখনই ওজনে একের ৪০ ভাগ ও অপরের ১৬ ভাগ অথবা এই দুই সংখ্যার অনুপাত অনুসারে (৪০ : ১৬) মিলিত হইতেই হইবে, ইহার ন্যূনে কখনই মিলিত হইতে পারে না অর্থাৎ পারমাণবিক গুরুত্বের অর্দ্ধ, এক তৃতীয়াংশ, বা অন্য কোন ভগ্নাংশ দ্বারা রাসায়নিক মিলন সম্ভবে না।

ড্যাল্‌টনের গুণিতক অনুপাত নিয়ম—পরন্তু পারমাণবিক গুরুত্বের যে কোন গুণিতক (Multiple) দ্বারা রাসায়নিক মি[illegible] সংসাধিত হইতে পারে এবং গুণিতক ভেদে ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি হইয়া থাকে। ইহার কারণ এই যে পরমাণু ক্ষুদ্রতর অংশে বিভাজ্য নহে বলিয়া উহার কোন ভগ্নাংশ দ্বারা রাসায়নিক মিলন সংঘটিত হইতে পারে না। যখনই দুইটী মূল পদার্থের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তখনই তাহাদিগের একের পরমাণু অপরের এক, দুই বা ততোধিক পরমাণুর সহিত (অর্থাৎ পরমাণুর যে কোন গুণিতক) একত্রে সম্মিলিত হইয়া ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক প্রস্তুত করে।

অক্সিজেন্ ও নাইট্রোজেন্ মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক উৎপন্ন হয় তাহারাই ইহার উত্তম দৃষ্টান্তস্থল। ২৮ ভাগ ওজনে (অর্থাৎ ২ পরমাণু) নাইট্রোজেন্ ১৬ ভাগ ওজনে (অর্থাৎ ১ পরমাণু) অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া নাইট্রোজেন্ মনক্সাইড্ (Nitrogen Monoxide, N_2O) প্রস্তুত হয়। ২৮ ভাগ ওজনে নাইট্রোজেনের সহিত ৩২ ভাগ ওজনে (অর্থাৎ ২ পরমাণু) অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ (Nitrogen Di-oxide, N_2O_2) প্রস্তুত হয়। এইরূপে ২৮ ভাগ ওজনে নাইট্রোজেনের সহিত ৪৮ ভাগ (৩ পরমাণু), ৬৪ ভাগ (৪ পরমাণু) এবং ৮০ ভাগ (৫ পরমাণু) ওজনে অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া যথাক্রমে নাইট্রোজেন্ ট্রাই-অক্সাইড্ (Nitrogen Trioxide, N_2O_3), নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইড্ (Nitrogen Tetroxide, N_2O_4) এবং নাইট্রোজেন্ পেণ্টক্সাইড্ (Nitrogen Pentoxide, N_2O_5) নামক আরও তিনটী ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হইয়া থাকে। এস্থলে দেখা যাইতেছে যে

একই পরিমাণ (অর্থাৎ ওজনে ২৮ ভাগ) নাইট্রোজেনের সহিত অক্সিজেন্ স্বীয় সাংযোগিক গুরুত্বের (অর্থাৎ ১৬র) ১, ২, ৩, ৪ ও ৫ গুণ পরিমাণে যথাক্রমে মিলিত হইয়াছে যথা—

N_2O, N_2O_2, N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5

কিন্তু পরমাণুর ভগ্নাংশ হয় না বলিয়া অক্সিজেন্ ১½, ২½, বা ৩½ গুণ প্রভৃতি পারমাণবিক গুরুত্বের কোন মধ্যবর্ত্তী পরিমাণে নাইট্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে পারে না। ইহাকেই ড্যাল্টনের গুণিতক অনুপাত নিয়ম (**Dalton's Law of Combination in Multiple Proportion**) কহে। এই নিয়মই রসায়ন-বিজ্ঞানের অচল ভিত্তিস্বরূপ; যাবতীয় রাসায়নিক প্রক্রিয়া এই নিয়ম দ্বারা নিয়ন্ত্রিত।

আণবিক গুরুত্ব—যৌগিক পদার্থের আণবিক গুরুত্ব মূল পদার্থ সমূহের পরমাণুর ভারের সমষ্টি মাত্র। হাইড্রোজেনের ২ পরমাণু অক্সিজেনের ১ পরমাণুর সহিত মিলিত হইয়া জল (H_2O) প্রস্তুত হয়। হাইড্রোজেনের দুই পরমাণুর ভার ২ এবং অক্সিজেনের এক পরমাণুর ভার ১৬, সুতরাং জলের আণবিক গুরুত্ব ২+১৬=১৮।

যৌগিক পদার্থের সাঙ্কেতিক চিহ্নকেই উহার ফর্মিউলা (**Formula**) কহে, যেমন নাইট্রিক্ য়্যাসিডের সাঙ্কেতিক চিহ্ন HNO_3 নাইট্রিক্ য়্যাসিডের ফর্মিউলা।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

জল।

(হাইড্রোজেন্ মনক্সাইড্)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন H_2O, আণবিক গুরুত্ব ১৮।

পৃথিবীর তিন ভাগ জল ও এক ভাগ স্থল। উদ্ভিদ্ ও জীবদেহে জল প্রচুর পরিমাণে বিদ্যমান আছে; জল ব্যতিরেকে কি উদ্ভিদ্, কি জীব কিছুই বাঁচিতে পারে না। জীব-দেহ হইতে প্রশ্বাস, ঘর্ম্ম, মল, মূত্র প্রভৃতির সহিত জল অনবরত অত্যধিক পরিমাণে নির্গত হয়; খাদ্য ও পানীয় দ্বারা উক্ত ক্ষতি-পূরণ হইয়া থাকে। বৃক্ষ পত্র হইতে জল নিয়ত বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়; বৃক্ষ-মূল ভূমি হইতে জল আকর্ষণ করিয়া এই ক্ষতিপূরণ করে।

প্রখর সূর্য্য কিরণে সমুদ্র ও অন্যান্য জলাশয় হইতে জল বাষ্পরূপে আকাশে উত্থিত হয় এবং উপরিস্থিত শীতল বায়ু সংস্পর্শে ঘনীভূত হইয়া মেঘে পরিণত হয়। সমধিক শীতল বায়ু সংস্পর্শে মেঘ অধিকতর ঘনীভূত হয় এবং শৈত্যের পরিমাণ অনুসারে বৃষ্টি, তুষার বা করকারূপে পৃথিবীতে পতিত হইলে নদী, প্রস্রবণ, হ্রদ প্রভৃতি জলাশয়ের উৎপত্তি হইয়া থাকে এবং ইহারাই পুনরায় সমুদ্রের সহিত মিলিত হইয়া শোষণ জনিত পূর্ব্ব ক্ষতি পূরণ করে।

এক শত ষোল বৎসর পূর্ব্বে জল একটী মূল পদার্থ বলিয়া পরিগণিত হইত। প্রাচীন হিন্দু বৈজ্ঞানিকেরা পাঁচটী মাত্র মূল পদার্থ স্বীকার করিতেন—জল তাহাদিগের মধ্যে একটী। তাঁহারা জল অতি পবিত্র পদার্থ বলিয়া বিবেচনা করিতেন, এমন কি ইহাতে দেবত্ব আরোপ করিতে কুণ্ঠিত হয়েন নাই। বাস্তবিক জীবনধারণ ও স্বাস্থ্যরক্ষার নিমিত্ত বিশুদ্ধ জল এতই প্রয়োজনীয় পদার্থ যে দূরদর্শী প্রাচীন হিন্দুগণ উহা সম্যক্রূপে উপলব্ধি করিয়া জনসাধারণ দ্বারা জল কোনরূপে অপবিত্র হইবার আশঙ্কায় দেবতা বলিয়া বর্ণনা করতঃ উহার বিশুদ্ধতা সংরক্ষণে বদ্ধশীল হইয়াছিলেন।

১৭৮১ খৃষ্টাব্দে রসায়ন-তত্ত্ববিৎ ক্যাভেণ্ডিস্ সাহেব প্রতিপন্ন করেন যে জল একটী যৌগিক পদার্থ। দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেনের মধ্যে রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইলে জল উৎপন্ন হয় ইহা তিনিই প্রথমে আবিষ্কার করেন।

তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা জলকে হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ বাষ্পদ্বয়ে বিশ্লিষ্ট করিতে পারা যায়; এইরূপে বিযুক্ত বাষ্পদ্বয়ের আয়তন পরিমাণ করিলে দেখা যায় যে হাইড্রোজেনের আয়তন অক্সিজেনের আয়তন অপেক্ষা দ্বিগুণ। তাড়িত-প্রবাহ দ্বারা জলের বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া পূর্ব্বেই প্রদর্শিত হইয়াছে (৫৭ পৃষ্ঠা দেখ)। পরীক্ষার নিমিত্ত যে দুইটী নল (২১শ চিত্র, খ ও গ) গৃহীত হইয়াছে তাহাদিগের একটীতে অক্সিজেন্ ও অপরটীতে দ্বিগুণ আয়তনের হাইড্রোজেন্ সঞ্চিত হয়। ইহা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে জলের উপাদান দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেন্।

অতঃপর দেখা যাউক যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেনের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইলে জল প্রস্তুত হয় কি না।

১৮শ পরীক্ষা—ইউডিয়মিটার্ (Eudiometer) নামক কতিপয় ঘন সেণ্টিমিটারে বিভক্ত একটী কাচ নির্ম্মিত এক মুখ খোলা নল পারদ দ্বারা পূর্ণ করতঃ নিম্ন মুখ করিয়া পারদ পূর্ণ পাত্রে স্থাপন কর। নলের বদ্ধমুখের দুই পার্শ্বে দুইটী ক্ষুদ্র প্ল্যাটিনম্ তার কাচের মধ্য দিয়া অভ্যন্তরে প্রবিষ্ট থাকে। ১ আয়তন অক্সিজেন্ ও ২ আয়তন হাইড্রোজেন্ বাষ্প নলের মধ্যে প্রবেশ করাও। পরে নলের খোলামুখ বৃদ্ধাঙ্গুলি বা এক খণ্ড রবার দ্বারা সুদৃঢ়রূপে আবদ্ধ করতঃ উপরোক্ত দুইটী প্ল্যাটিনম্ তারের বহির্ম্মুখ তাড়িত-কোষাবলীর দুই প্রান্তের সহিত সংলগ্ন করিয়া নলের অভ্যন্তরে তাড়িত-স্ফুলিঙ্গ উৎপাদন করিলে অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া জল প্রস্তুত হইবে। কিন্তু এই উৎপন্ন জলের আয়তন এতই কম যে উহা ইউডিয়মিটারের মধ্যে অকিঞ্চিৎকর মাত্র স্থান অধিকার করে, সুতরাং যে স্থান ইতিপূর্ব্বে হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ দ্বারা অধিকৃত ছিল, তাহা এক্ষণে পারদ দ্বারা পূর্ণ হইয়া থাকে। যদি ২ আয়তন হাইড্রোজেন্ ও ১ আয়তন অক্সিজেন্—এই পরিমাণ ভিন্ন অপর কোন পরিমাণে জল উৎপন্ন হইত, তাহা হইলে ইউডিয়-মিটারের মধ্যে হাইড্রোজেন্ বা অক্সিজেনের কিয়দংশ অবশিষ্ট থাকিত, সুতরাং পারদ নলের সমস্ত স্থান কখনই অধিকার করিতে পারিত না।

এতদ্দ্বারা প্রমাণিত হয় যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ এক আয়তন অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে। অন্যবিধ পরীক্ষা দ্বারা স্থিরীকৃত

হইয়াছে যে ২ ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন্ ১৬ ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে, এ কারণ জলের সাঙ্কেতিক চিহ্ন H_2O এবং ইহার আণবিক গুরুত্ব ১৮ (H_2=২+O=১৬=১৮)।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—বিশুদ্ধ জল বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদবিহীন। জল অতি শীতল হইলে বরফ হইয়া জমিয়া যায়, তখন ইহার তাপ-মাত্রা 0°C। যতক্ষণ বরফ গলিতে থাকে ততক্ষণ দ্রবীভূত জলেরও ঐ একই তাপ-মাত্রা থাকে, কিন্তু একেবারে গলিয়া যাইবার পর উহার তাপ-মাত্রা ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে।

সহজ বায়ু-চাপে (৩০ ইঞ্চি বা ৭৬০ মিলিমিটার্ চাপ) ১০০°C তাপ মাত্রায় জল ফুটিতে থাকে এবং বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়। বায়ু-চাপ কম হইলে কম তাপ-মাত্রায় জল ফুটিতে থাকে। অত্যুচ্চ পর্ব্বতের উপর বায়ু-চাপ অপেক্ষাকৃত কম সুতরাং তথায় ১০০°C অপেক্ষা ন্যূন তাপ-মাত্রায় জল ফুটিয়া থাকে। এইরূপে জল ফুটিবার তাপ-মাত্রার ন্যূনাধিক্য লক্ষ্য করিয়া কোন্ স্থান কত উচ্চ তাহা নির্ণয় করিতে পারা যায়।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে বরফ যখনই গলিতে থাকে উহার তাপ-মাত্রা 0°Cএর অধিক হয় না, এবং জল যখন সহজ বায়ু-চাপে ফুটিতে থাকে তখন উহার তাপ-মাত্রা ১০০°Cএর অধিক হয় না। এই দুই তাপ-মাত্রা পরিবর্ত্তনশীল নহে বলিয়া তাপমান নির্ম্মাণকালে দ্রবণাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক রূপে গৃহীত হয় (১১ পৃষ্ঠা দেখ)।

যদিও ১০০°C তাপ-মাত্রায় জল ফুটে ও বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়, তথাপি সহজ তাপ-মাত্রাতেও (Ordinary Temperature) জল হইতে অদৃশ্যভাবে বাষ্প উত্থিত হয়। কোন আয়ত পাত্রে অল্প জল ঢালিয়া অনাবৃত অবস্থায় রাখিয়া দিলে দুই এক দিবসের মধ্যেই পাত্রটী শুষ্ক হইতে দেখা যায়; ইহার কারণ এই যে জল সহজ তাপ-মাত্রায় অদৃশ্য বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়।

নদী, হ্রদ, সমুদ্র প্রভৃতি জলাশয় হইতে জল এইরূপে বাষ্পাকারে উর্দ্ধে উত্থিত হইয়া বায়ু মধ্যে জল-বাষ্প রূপে অদৃশ্যভাবে অবস্থিতি করে।

জলের প্রাকৃতিক আকার তিন প্রকার। 0°C তাপ-মাত্রায় জল বরফে পরিণত হইয়া কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয়; ১০০°Cএর নিম্নে যে কোন তাপ-মাত্রায় ইহা তরলাবস্থায় থাকে এবং ১০০°C তাপ-মাত্রায় বাষ্পাকার ধারণ করে।

তাপ সংযোগে পদার্থের প্রসারণ এবং শৈত্য সংযোগে সঙ্কোচন একটী সাধারণ প্রাকৃতিক নিয়ম হইলেও জল সম্বন্ধে ইহার কথঞ্চিৎ ব্যতিক্রম লক্ষিত হইয়া থাকে। জল শীতল হইলে 8°C পর্য্যন্ত আয়তনে সঙ্কুচিত হয় কিন্তু ইহার ন্যূনে সঙ্কুচিত না হইয়া ক্রমশঃ আয়তনে প্রসারিত হইয়া অবশেষে 0°C তাপ-মাত্রায় বরফ হইয়া জমিয়া যায়। এক্ষণে দেখা যাইতেছে যে 8°C তাপ-মাত্রায় জলের যে আয়তন থাকে, 0°C তাপ-মাত্রায় শীতল হইলে উহার আয়তনের বৃদ্ধি সংসাধিত হয়; সুতরাং যে পরিমাণ জল 8°Cএ এক ছটাক পাত্রে ধরে, তাহা উক্ত তাপ-মাত্রার ঊর্দ্ধে বা নিম্নে আনীত হইলে সেই পাত্রে আর স্থান সঙ্কুলান হয় না; প্রসারণ দ্বারা আয়তনের বৃদ্ধি হেতু কিয়দংশ পড়িয়া যায়। এজন্য 8°C তাপ-মাত্রার এক ছটাক জল অপর যে কোন তাপ-মাত্রার এক ছটাক জল অপেক্ষা অধিক ভারী, কারণ জল 8°C তাপ-মাত্রায় সম্পূর্ণ সঙ্কুচিত হইয়া সমধিক ঘনত্ব প্রাপ্ত হয়।

জলের প্রসারণ ও সঙ্কোচন সম্বন্ধে এই বিশেষ নিয়ম শীত-প্রধান দেশে জলজন্তুদিগের জীবন ধারণের পক্ষে প্রধান উপযোগী। শীতকালে নদী, হ্রদ, সমুদ্র প্রভৃতি জলাশয়ের উপরিভাগস্থ জল বায়ু-সংস্পর্শে শীতল হইলে গুরুত্ব-হেতু জলাশয়ের তলদেশে নামিয়া যায় এবং নিম্নস্থ অপেক্ষাকৃত উষ্ণ জল লঘু-ভার হেতু উপরে ভাসিয়া উঠে; কিন্তু পরক্ষণেই উহা পূর্ব্ববৎ শীতল হইয়া পুনরায় নামিয়া যায় এবং নিম্নস্থ জল পূর্ব্বের ন্যায় উপরে ভাসিয়া উঠে। এইরূপে জলাশয়ের সমুদায় জল ভাগ 8°C তাপ-মাত্রায় উপনীত হয়। পরে উপরি-ভাগের জলাংশ অধিকতর শীতল অর্থাৎ উহার তাপ-মাত্রা 8°Cএর ন্যূন হইলে আয়তনের বৃদ্ধি হেতু নিম্নস্থিত জলাংশ অপেক্ষা লঘুভার হইয়া উপরিভাগেই অবস্থিতি করে; ক্রমে অধিকতর শীতল হইয়া 0°C তাপ-মাত্রায় উপনীত হইলে বরফের আকারে জমিয়া যায় এবং লঘুভারহেতু উপরে ভাসিতে থাকে। বরফ তাপ-অপরিচালক বলিয়া জলাশয়ের নিম্নস্থ জলাংশের উত্তাপ অপহরণ করিতে পারে না, এজন্য উহা 8°C তাপ-মাত্রায় থাকিয়া যায় বরফ হইয়া জমিয়া যায় না সুতরাং তন্মধ্যে জলজন্তুগণ নিরাপদে অবস্থান করে। এরূপ সুন্দর প্রাকৃতিক নিয়ম না থাকিলে শীত-প্রধান দেশে শীতকালে জলাশয়ের সমস্ত জলভাগই বরফ হইয়া জমিয়া যাইত এবং জলজন্তুগণ এককালে বিনাশ প্রাপ্ত হইত।

বিশুদ্ধ জল প্রাকৃতিক অবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায় না। বৃষ্টির জলই সর্ব্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ বলিয়া পরিগণিত হয়, কিন্তু আকাশ হইতে ভূতলে পতিত হইবার সময় য়্যামোনিয়া প্রভৃতি কতিপয় বাষ্প এবং ভূমিতে পড়িলে নানাবিধ অঙ্গারক ও অনঙ্গারক পদার্থ মিশ্রিত হইয়া উহার বিশুদ্ধতা নষ্ট করে।

কূপ, পুষ্করিণী, নদী ও প্রস্রবণের জল আমাদিগের দেশে পানীয় রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। গভীর কূপ ও প্রস্রবণের জল পানের পক্ষে বিশেষ উপযোগী; নাতিগভীর কূপ, সাধারণ পুষ্করিণী বা নদীর জল নানা কারণে দূষিত হইয়া থাকে, এ কারণ উক্ত জল অনেক সময়ে পানের সম্পূর্ণ অনুপযোগী। নদীর জল গতিশীল এবং সূর্য্য কিরণে উত্তপ্ত ও সর্ব্বদা বায়ুতাড়িত হয় বলিয়া উহার দূষিত অংশ শীঘ্র নষ্ট হইয়া যায়; কাঁকর, বালি, কয়লা প্রভৃতি পদার্থ দ্বারা ছাঁকিয়া লইলে উক্ত জল পানের উপযোগী হইয়া থাকে। কলিকাতা প্রভৃতি বড় বড় সহরে কলের জল পানীয় রূপে ব্যবহৃত হয়। প্রথমতঃ নদীর জল ইষ্টক নির্ম্মিত বৃহৎ বৃহৎ চৌবাচ্চা মধ্যে আনীত হইয়া রক্ষিত হয়; এইরূপে মাটী প্রভৃতি পদার্থ ভারহেতু তলদেশে স্থিত হয় এবং অপেক্ষাকৃত পরিস্কৃত জল বালি ও কাঁকরের মধ্য দিয়া পরিচালিত হইলে অবশিষ্ট কাদা মাটী পরিত্যক্ত হইয়া যায়। পরে উক্ত জল যন্ত্র সাহায্যে নলের ভিতর দিয়া সহরের সর্ব্বত্র পরিচালিত হয়।

যে কূপ বা পুষ্করিণী হইতে পানীয় জল গৃহীত হয়, আমাদের দেশের লোকেরা অজ্ঞতা নিবন্ধন সেই জল নানা প্রকারে দূষিত করিয়া থাকে। জলাশয়ের সন্নিকটে মলমূত্র ত্যাগ অতীব অকর্ত্তব্য; বৃষ্টির সময় উহা ধৌত হইয়া জলাশয়ের মধ্যে নিক্ষিপ্ত হয় এবং পানীয় জলের সহিত অল্প বা অধিক পরিমাণে উদরস্থ হইয়া থাকে। জলাশয় মধ্যে মলমূত্র ত্যাগ, গবাদি পশুদিগের স্নান, উচ্ছিষ্ট তৈজস সংস্কার, মলিন বস্ত্র ও শয্যাদি ধৌত করণ ইত্যাদি কার্য্য প্রত্যহ অনুষ্ঠিত হইলেও উক্ত জলাশয় হইতেই পানীয় জল বিনা সঙ্কোচে গৃহীত হইয়া থাকে। বলা বাহুল্য যে এই জল পান করিলে স্বল্প কালের মধ্যে স্বাস্থ্য ভঙ্গ হয় এবং অনেক সময়ে বিসূচিকা প্রভৃতি সংক্রামক রোগে আক্রান্ত হইয়া মৃত্যুমুখে পতিত হইতে হয়। সুখের বিষয় এই যে এক্ষণে সুশিক্ষার বিস্তারে অনেকেই এই কদাচারের অবৈধতা হৃদয়ঙ্গম করিতে পারিয়াছেন এবং জলাশয় সমূহ পবিত্র রাখিবার জন্য সচেষ্ট হইয়াছেন। স্নান, বস্ত্র ধৌত করণ প্রভৃতি অবশ্য

কর্ত্তব্য কার্য্য জলাশয় হইতে জল উত্তোলন করিয়া দূরে কোন স্থানে করা উচিত এবং যাহাতে ব্যবহৃত মলিন জল পুনরায় জলাশয়ের জলের সহিত মিশ্রিত হইতে না পারে তদ্বিষয়ে সুবন্দোবস্ত করা একান্ত কর্ত্তব্য।

পানীয় জল নির্ম্মল, স্বচ্ছ, স্বাদ ও গন্ধ বিহীন এবং বায়ু-মিশ্রিত হওয়া উচিত। বায়ু-মিশ্রিত হইলে জলের দূষিত পদার্থ কতক পরিমাণে নষ্ট হইয়া যায়, এজন্য পানীয় জল ব্যবহারের পূর্ব্বে কয়েক বার কেবল পাত্রান্তরিত করিলে উহা উৎকর্ষ লাভ করে। কিন্তু জল স্বচ্ছ অথবা স্বাদ বা গন্ধ বিহীন হইলেই যে পানের উপযুক্ত হয় তাহা নহে; সময়ে সময়ে নানা দূষিত পদার্থ জলের মধ্যে দ্রব থাকিয়া উহার স্বাদ, গন্ধ বা স্বচ্ছতার কোন ব্যতিক্রম ঘটায় না। এরূপ জল পান করিলে শীঘ্র বা বিলম্বে স্বাস্থ্য ভঙ্গ হইবার সম্ভাবনা, এজন্য এক্ষণে সর্ব্বত্রই জল রাসায়নিক প্রণালী মতে পরীক্ষিত হইয়া পানের জন্য ব্যবহৃত হয়।

জলের রাসায়নিক পরীক্ষা।—পানীয় জলে যে যে দূষিত পদার্থ থাকে এবং যে প্রণালী মতে তাহাদিগকে পরীক্ষা করা যায়, নিম্নে তাহা সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

১। ক্লোরিন্ (Chlorine)—পরিস্রুত জল (Distilled water) ব্যতীত অপর সকল জলেই ক্লোরাইডের আকারে ক্লোরিন্ অল্পাধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে। ক্লোরাইড্‌দিগের মধ্যে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ (খাদ্য লবণ) সমুদ্র ও তন্নিকটস্থ নদী প্রভৃতি অন্যান্য জলাশয়ের জলে প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে। ক্যাল্‌সিয়ম্, ম্যাগ্‌নেসিয়ম্ প্রভৃতি ধাতুর ক্লোরাইড্‌ও সামান্য পরিমাণে জলের সহিত মিশ্রিত থাকে। জলের সহিত মূত্র বা মল কোনরূপে মিশ্রিত হইলে লবণের পরিমাণ অত্যধিক হয়, কিন্তু কোন কোন ভূমি স্বতঃই এতাদৃশ লবণাক্ত যে মল, মূত্র ব্যতীত উক্ত ভূমিস্থিত জলাশয়ের জলে লবণ প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে। জলে ক্লোরিনের পরিমাণ নিরূপণ করিয়া উহা হইতে লবণের পরিমাণ নির্দ্ধারিত হইয়া থাকে। পানীয় জলের প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে এক ভাগেরও কম ক্লোরিন্ থাকা উচিত। নির্দ্দিষ্ট ওজনের নাইট্রেট্ অব্ সিল্‌ভার্ পরিস্রুত জলে দ্রব করিয়া উক্ত দ্রাবণ পানীয় জলে ক্লোরিনের পরিমাণ নির্দ্ধারণের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

২। অনঙ্গারক ও অঙ্গারক অ্যামোনিয়া (Inorganic or Free and Organic or Albuminoid Ammonia)—জলে অ্যামোনিয়াঘটিত লবণ ও উদ্ভিজ্জ বা জীবজ পদার্থ দ্রব থাকিলে উহা পানের নিতান্ত অনুপযোগী হয়। প্রায় সকল জলেই এই সকল পদার্থ অল্পাধিক পরিমাণে বর্ত্তমান থাকে; জলস্থিত, অ্যামোনিয়াঘটিত লবণ সাধারণতঃ অনঙ্গারক অ্যামোনিয়া এবং উদ্ভিজ্জ বা জীবজ পদার্থ অঙ্গারক অ্যামোনিয়া নামে অভিহিত। পানীয় জলে

অনঙ্গারক য়্যামোনিয়া প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে ০·০১ ভাগ এবং অঙ্গারক য়্যামোনিয়া ০·০৪ ভাগের অধিক থাকা উচিত নহে, ইহার অধিক থাকিলে জল পানের অনুপযোগী। এই দুই পদার্থ জলে অধিক পরিমাণে থাকিলে জানা যায় যে জলের উৎপত্তি-স্থল তখনও উদ্ভিজ্জ বা জীবজ দূষিত পদার্থে সংক্রামিত।

অঙ্গারক য়্যামোনিয়ার ন্যায় অনঙ্গারক য়্যামোনিয়া তত অনিষ্টকর নহে। চুণ ও পার্ম্যাঙ্গানেট্ অব্ পটাশ্ (Permanganate of Potass) নামক লবণ জলে যোগ করিলে উভয় প্রকার য়্যামোনিয়া নষ্ট হইয়া যায়। কূপের জল পানোপযোগী করিবার জন্য চুণ ও পার্ম্যাঙ্গানেট্ অব্ পটাশ্ জলের মধ্যে নিক্ষিপ্ত হইয়া থাকে।

কার্ব্বনেট্ অব্ সোডা জলে মিশ্রিত করিয়া চোয়াইলে অনঙ্গারক য়্যামোনিয়া নির্গত হয়; তৎপরে ঐ জলে কষ্টিক্ পটাশ্ ও পার্ম্যাঙ্গানেট্ অব্ পটাশের দ্রাবণ পুনরায় যোগ করিয়া চোয়াইলে অঙ্গারক য়্যামোনিয়া নির্গত হইয়া থাকে। নেস্‌লারের দ্রাবণ (Nessler's Solution) দ্বারা উহাদিগের পরিমাণ নিরূপিত হয়।

পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্, মার্কিউরিক্ ক্লোরাইড্, কষ্টিক্ পটাশ্ এবং পরিস্রুত জল নির্দ্দিষ্ট পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া নেস্‌লারের দ্রাবণ প্রস্তুত হইয়া থাকে; য়্যামোনিয়ার দ্রাবণ ইহার সহিত মিশ্রিত হইলে পাটল বর্ণ ধারণ করে।

৩। নাইট্রেট্ ও নাইট্রাইট্ (Nitrates and Nitrites)—এই দুই পদার্থ জলে অধিক পরিমাণে থাকিলে এক সময়ে উক্ত জলের উৎপত্তি-স্থল যে উদ্ভিজ্জ বা জীবজ দূষিত পদার্থে সংক্রামিত ছিল তাহা প্রমাণিত হয়। পানীয় জলে ইহাদিগের পরিমাণ প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে ৫ ভাগের অধিক হওয়া উচিত নহে। ইহারা অঙ্গারক বা অনঙ্গারক য়্যামোনিয়ার ন্যায় অনিষ্টকর পদার্থ নহে।

প্রথমতঃ য়্যালুমিনিয়ম্ ধাতুর ফলক ও কষ্টিক পটাশের দ্রাবণ জলে যোগ করিলে জলস্থিত নাইট্রেট্ ও নাইট্রাইট্ য়্যামোনিয়াতে পরিণত হয়; পরে উহাকে চোয়াইলে য়্যামোনিয়া বাষ্প নির্গত হয় এবং নেস্‌লারের দ্রাবণ দ্বারা পূর্ব্ববৎ পরীক্ষিত হইয়া থাকে; এই য়্যামোনিয়ার পরিমাণ হইতে নাইট্রেট্ ও নাইট্রাইটের পরিমাণ নিরূপিত হয়।

৪। দ্রবীভূত নিরেট পদার্থ (Dissolved Solids)—জলমাত্রেই খনিজ ও অঙ্গারক নিরেট পদার্থ অল্পাধিক পরিমাণে দ্রব হইয়া রহে। পানীয় জলে দ্রবীভূত নিরেট পদার্থের সমষ্টি প্রতি ১,০০,০০০ ভাগে ৪০ ভাগের অধিক হওয়া উচিত নহে। সচরাচর ২০০ ঘন সেণ্টিমিটার্ জল কোন পাত্রে রাখিয়া বেন-যন্ত্রে (Water bath) শুষ্ক করতঃ পাত্র-স্থিত শুষ্ক পদার্থের ওজন দ্বারা দ্রবীভূত নিরেট পদার্থের পরিমাণ অবগত হওয়া যায়। এই নিরেট পদার্থ পোড়াইলে যদি অধিক কৃষ্ণবর্ণ হয়, তাহা হইলে উহার মধ্যে অঙ্গারক পদার্থ অধিক পরিমাণে আছে জানিতে পারা যায়; এরূপ জল পানের পক্ষে অনুপযোগী। জলের মধ্যে

নাইট্রেট্, নাইট্রাইট্ ও সল্ফেট্ আছে কি না তাহা জানিবার নিমিত্ত এই দগ্ধাবশিষ্ট পদার্থ পরীক্ষিত হইয়া থাকে।

৫। কাঠিন্য (Hardness)—জলে সাবান ঘসিলে ফেনা উৎপন্ন হয়। কোন জলে অল্প মাত্র সাবান ঘসিলেই বেশী ফেনা উৎপন্ন হয়, আবার কোন জলে অধিক পরিমাণে সাবান ঘসিলে অত্যল্প মাত্র ফেনা উৎপন্ন হয় এবং তাহাও অতি শীঘ্র ভাঙ্গিয়া যায়। সাবান ঘসিয়া ভালরূপ ফেনা না হইলে জল কঠিন (Hard) বলিয়া নির্দ্ধারিত হয় এবং সহজে ফেনা হইলে কোমল (Soft) নামে অভিহিত হইয়া থাকে। জলে ক্যাল্সিয়ম্ ও ম্যাগ্নেসিয়ম্ ধাতুর লবণ অধিক পরিমাণে থাকিলে উহা কঠিন বলিয়া উক্ত হয়; এরূপ জলে বস্ত্রাদি ধৌত করিলে অধিক সাবান নষ্ট হইয়া থাকে।

জলের কাঠিন্য স্থায়ী (Permanent) ও অস্থায়ী (Temporary) রূপে নির্দ্দিষ্ট হইয়া থাকে এবং ইহাদের সমষ্টিকে মোট কাঠিন্য (Total Hardness) বলা যায়। ক্যাল্সিয়ম্ ও ম্যাগ্নেসিয়ম্ ধাতুদ্বয়ের সল্ফেট্, নাইট্রেট্ বা ক্লোরাইড্ জলের মধ্যে দ্রব থাকিলে স্থায়ী কাঠিন্য সম্পাদিত হয়, কিন্তু উক্ত ধাতুদ্বয়ের কার্ব্বনেট্ কার্ব্বনিক্ য়্যাসিডের সাহায্যে জলে দ্রবীভূত থাকিয়া উহার অস্থায়ী কাঠিন্য সম্পাদন করে।

সকল জলেই স্থায়ী ও অস্থায়ী দুই প্রকার কাঠিন্যই অল্লাধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে। জল ফুটাইলে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বহির্গত হইয়া যায় সুতরাং ক্যাল্সিয়ম্ ও ম্যাগ্নেসিয়ম্ ধাতুর কার্ব্বনেট্ সকল উহাতে আর দ্রবীভূত থাকিতে না পারিয়া পাত্রের তলদেশে চূর্ণাকারে অধঃস্থ হইয়া পড়ে, এবং এইরূপে জলের অস্থায়ী কাঠিন্য দূরীভূত হইয়া যায়। জলে চূণ যোগ করিলেও উহার অস্থায়ী কাঠিন্য দূরীভূত হয়। জলের স্থায়ী কাঠিন্য কার্ব্বনেট্ অব্ সোডা সংযোগে দূরীভূত হইতে পারে। নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ নরম সাবান (Soft soap) শোধিত সুরায় দ্রব করতঃ উক্ত দ্রাবণ পরীক্ষাধীন জলে যোগ করিয়া উহার কাঠিন্যের পরিমাণ নির্ণীত হইয়া থাকে। এই পরীক্ষা প্রণালীকে ক্লার্ক্ সাহেবের সাবান পরীক্ষা (Clark's Soap Test) কহে।

স্বচ্ছতা ও বর্ণ—দুইটী লম্বমান কাচপাত্রের একটীতে পরীক্ষাধীন জল ও অপরটীতে সম পরিমাণ পরিস্রুত জল রাখিয়া তুলনার দ্বারা পরীক্ষাধীন জলের স্বচ্ছতা ও বর্ণ নিরূপিত হইয়া থাকে।

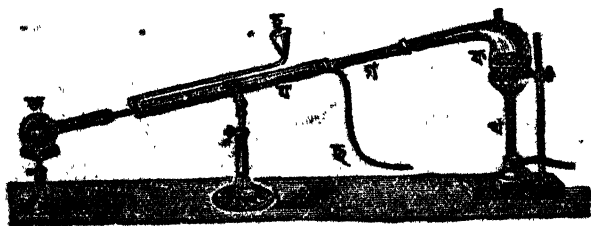
গন্ধ—একটী বড় কাচ-কূপী মধ্যে পরীক্ষাধীন জল ঢালিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন করতঃ আঘ্রাণ লইলে উহার গন্ধ নিরূপণ করিতে পারা যায়। কখন কখন গন্ধ নিরূপণ করিবার জন্য জলে উত্তাপ প্রয়োগ আবশ্যক হয়।

আস্বাদন—মুখে করিলেই জলের আস্বাদন অনুভূত হয়। যাঁহাদিগের কলের জল পান করা অভ্যাস, তাঁহারা পুষ্করিণী বা অপর কোন জলাশয়ের জল

পান করিলেই উভয়ের স্বাদের পার্থক্য অনুভব করিতে পারেন। বিস্বাদ জল সর্ব্বথা স্বাস্থ্যের প্রতিবন্ধকতা সাধন না করিলেও পান করিয়া তৃপ্তিলাভ করা যায় না।

খনিজ জল (Mineral Water)— কতকগুলি প্রস্রবণ বা কূপের জলে লৌহ বা গন্ধক ঘটিত অথবা অন্যবিধ খনিজ লবণ এত অধিক পরিমাণে দ্রব থাকে যে উক্ত জল সম্পূর্ণরূপে পানের অনুপযোগী হইলেও ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। এবম্বিধ জল সেবন বা উহাতে স্নান করিলে কোন কোন দুশ্চিকিৎস্য ব্যাধি হইতে আরোগ্যলাভ করা যায়। যে খনিজ জলে অধিক পরিমাণে লৌহ থাকে, তাহাকে ক্যালিবিয়েট্ (Chalybeate) অর্থাৎ লৌহঘটিত জল কহে। টান্‌ব্রিজ্ ওয়েল্‌সের জল (Tunbridge Wells Water) এই শ্রেণীভুক্ত। সেল্‌জার্ ওয়াটার্ (Seltzer Water) নামক অপর একটী খনিজ জলে অধিক পরিমাণে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ থাকে। হারোগেটের জলে (Harrogate Water) সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ বিদ্যমান থাকে। এপ্‌সম্ (Epsom) এবং চেল্‌টন্‌হ্যাম্ (Cheltenham) নামক স্থানের প্রস্রবণের জলে লাবণিক দ্রব্যের পরিমাণ অধিক। ভিশি (Vichy), কার্লস্‌ব্যাড্ (Carlsbad), ফ্রেড্রিক্‌শল্ (Fredrichshall), প্রভৃতি অপর কয়েকটী খনিজ জল ঔষধার্থে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

পরিস্রুতকরণ (Distillation)—জল সম্পূর্ণরূপে বিশুদ্ধ করিতে হইলে উহাকে পরিস্রুত করিয়া অর্থাৎ চোয়াইয়া লইতে হয়। তাপ সংযোগে জলকে বাষ্পে পরিণত করিয়া শৈত্য সংযোগে ঐ বাষ্পকে পুনরায় তরলাবস্থায় আনয়ন করিলেই পরিস্রুত জল প্রস্তুত করা হয়। এই প্রক্রিয়ার জন্য যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, নিম্নে তাহার চিত্র প্রদর্শিত হইল।

২৮শ চিত্র।

(ক) একটী কাচনির্ম্মিত রিটর্ট, উহার মধ্যে জল রাখিয়া নীচে গ্যাস বাতি (খ) দ্বারা উত্তাপ প্রয়োগ করিলে জল ফুটিয়া বাষ্পাকারে গ-নলের মধ্যে প্রবিষ্ট হয়। গ-নল আর একটী বৃহদায়তন কাচ নল (ঘ) মধ্যে এরূপ ভাবে অবস্থিত যে উহাদিগের উভয়ের মধ্যস্থলে কিয়ৎ পরিমাণ শূন্য স্থান থাকে, উহা শীতল জল দ্বারা সর্ব্বদা পরিপূর্ণ থাকে। (ঘ) চিহ্নিত নলের উপরে ও নীচে দুইটী ছিদ্র থাকে, নিম্নস্থ ছিদ্রে একটী ফ্যনেল্ (চ) ও অপরটীতে একটী রবারের নল (ছ) সংযুক্ত থাকে। ফ্যনেল্ মধ্যে শীতল জল ঢালিলে উহা ঘ-নলের মধ্যে প্রবিষ্ট হয় এবং গ-নলস্থিত উত্তপ্ত জল-বাষ্প সংস্পর্শে উষ্ণ হইয়া (ছ) চিহ্নিত রবারের নল দ্বারা নির্গত হয়। এইরূপে ঘ-নলস্থিত শীতল জল-প্রবাহ (ক) চিহ্নিত কাচপাত্র হইতে নির্গত গ-নলস্থিত জল-বাষ্পকে শীতল করতঃ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণায় পরিণত করে; উহারা ক্রমে বৃহদাকার ধারণ করিয়া একটী কাচ কূপীতে (জ) বিন্দু বিন্দু রূপে পতিত হয়—ইহাই পরিস্রুত জল।

বৃষ্টির জল প্রাকৃতিক নিয়মে পরিস্রুত, কিন্তু নীচে নামিবার সময় বায়ু-মণ্ডল ব্যাপ্ত নানাবিধ বাষ্পের সহিত মিশ্রিত হয় বলিয়া উহাকে সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ জল বলা যাইতে পারে না।

জলের সরবরাহ (Water Supply)—জলের বিশুদ্ধতা যেরূপ আবশ্যক, ব্যবহারের নিমিত্ত উহা প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়াও সেইরূপ প্রয়োজনীয়। পান ব্যতীত দৈনিক সাংসারিক কার্য্যের জন্য বিস্তর জল আমাদিগের আবশ্যক হয়। জল কম হইলে স্নান ভাল হয় না, শয্যা ও বস্ত্রাদি আবশ্যক মত পরিষ্কার করা যায় না, পয়ঃ-প্রণালী উত্তমরূপে ধৌত হয় না, গৃহপালিত পশুদিগের স্নান, পান ও তাহাদিগের বাসস্থান পরিষ্কার করণ রীতিমত ঘটিয়া উঠে না; সুতরাং মনুষ্য ও পশুগণ সত্বর নানাবিধ রোগাক্রান্ত হইয়া পড়ে। বৃষ্টি না হইলে চৈত্র বৈশাখ মাসে পল্লীগ্রামে যে দারুণ জল কষ্ট উপস্থিত হয়, তাহা অনেকেই অবগত আছেন; তত্তৎস্থলে জলবিহনে ঐ সময়ে রোগের সমধিক প্রাদুর্ভাব দেখিতে পাওয়া যায়। কলিকাতায় অপর্য্যাপ্ত জল পাওয়া যায় বলিয়া অনেকেই উহা অযথা নষ্ট করিতে কুণ্ঠিত বোধ করেন না; যাঁহারা পল্লীগ্রামের জলকষ্ট কখন দেখিয়াছেন, তাঁহারা এরূপ বৃথা অপব্যয় দেখিয়া

কষ্ট বোধ করেন। সম্প্রতি কর্ত্তৃপক্ষীয়েরা যাহাতে কলের জলের অপব্যয় না হয়; তদ্বিষয়ে সুনিয়ম প্রবর্ত্তিত করিতে সচেষ্ট হইয়াছেন।

পরিস্কৃত করণ (Purification)—অপরিস্কৃত জল ব্যবহার করিলে বিসূচিকা, টাইফয়েড্ জ্বর, ম্যালেরিয়া জ্বর, রক্তামাশায় প্রভৃতি উৎকট ২ রোগ জন্মিয়া থাকে। যদিও কখন কখন এরূপ দেখা যায় যে বহুদিন ব্যাপিয়া অপরিস্কৃত জল পান করিলেও কোনরূপ রোগের লক্ষণ প্রকাশ পায় না কিন্তু ইহাতে স্বাস্থ্যের এরূপ হীনতা উপস্থিত হয় যে সামান্য রোগের আক্রমণেই অনেক সময়ে মৃত্যুমুখে পতিত হইতে হয়। জল উত্তমরূপে ফুটাইলে তন্মধ্যস্থ দূষিত পদার্থ—বিশেষতঃ বিসূচিকা, টাইফয়েড্ জ্বর প্রভৃতি সংক্রামক রোগের বীজ—নষ্ট হইয়া যায়। নিতান্ত দূষিত জলও ফুটাইয়া শীতল করিলে পানোপযোগী হইয়া থাকে।

জলে ফট্‌কিরি চূর্ণ যোগ করিলে উহা অতি শীঘ্র পরিস্কার হয় এবং তন্মধ্যস্থ অধিকাংশ দূষিত পদার্থ নষ্ট হইয়া যায়। কেহ কেহ বলেন যে ফট্‌কিরি দ্বারা জলের সংক্রামকতা দোষও নষ্ট হয়। এরূপ সহজ লভ্য উপকারী পদার্থ পল্লীগ্রামস্থ প্রত্যেক লোকেরই জল পরিস্কারার্থ ব্যবহার করা উচিত।

নির্ম্মলী নামক ফল জলপাত্রের অভ্যন্তরে ঘসিয়া দিলে জল শীঘ্র নির্ম্মল হইয়া যায়। চূণ ও পার্ম্যাঙ্গানেট্ অব্ পটাশ্ যোগ করিয়া জল পরিস্কৃত করা হয় ইহা ইতিপূর্ব্বে উল্লিখিত হইয়াছে।

অপরিস্কৃত জল কোন পাত্রে কিছুকাল রাখিলে পাত্রের তলদেশে বালি, মাটী প্রভৃতি নিরেট পদার্থ অধঃস্থ হইয়া পড়ে এবং জল কিয়ৎপরিমাণে পরিস্কৃত হয়। কয়েকবার পাত্রান্তরিত করিলেও বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল পরিস্কৃত হয় ইহা ইতিপূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে।

ছাঁকন (Filtration)—জল ছাঁকিয়া লইলে মাটী, কুটা প্রভৃতি যে সকল নিরেট পদার্থ উহার মধ্যে থাকে, তাহা সম্পূর্ণরূপে পরিত্যক্ত হয় এবং উহার দ্রবীভূত দূষিত অংশও কিয়ৎ পরিমাণে নষ্ট হইয়া যায়। কয়লা, (উদ্ভিজ্জ বা জীবজ), বালি, কাঁকর, স্পঞ্জের ন্যায় একপ্রকার লৌহ (Spongy Iron), কয়লা ও বালির জমাট (Silicated Carbon), চুম্বক-ধর্ম্মাক্রান্ত লৌহ (Magnetic Iron) প্রভৃতি নানাবিধ পদার্থ ছাঁকনিরূপে ব্যবহৃত হয়।

আমাদের দেশে রেলওয়ে ষ্টেশনে ও মফঃস্বলস্থ হাঁসপাতালে বালি ও কয়লা পূর্ণ তিনটী মৃণ্ময় কলস একটী কাষ্ঠাধারের উপর উপর্য্যুপরি রাখিয়া জল অল্প খরচে ও সুচারুরূপে ছাঁকিত হইয়া থাকে।

ইতিপূর্ব্বে কথিত হইয়াছে যে জল ছাঁকিয়া লইলে উহার দূষিত পদার্থ কিয়ৎ পরিমাণে নষ্ট হয় মাত্র, কিন্তু প্রথমতঃ ফুটাইয়া শীতল করতঃ ছাঁকিয়া লইলে উহা পানের সম্পূর্ণ উপযোগী হইয়া থাকে। জল পূর্ব্বোক্ত যে কোন প্রকার ছাঁকনি দ্বারা ছাঁকিত হইলেও তন্মধ্যস্থ সংক্রামক রোগোৎপাদক বীজ বিদূরিত হয় না, কিন্তু জল ফুটাইলে উহার সংক্রামকতা দোষ একেবারে নষ্ট হইয়া যায়; এজন্য জল প্রথমতঃ ফুটাইয়া পরে ছাঁকিয়া পানীয়রূপে ব্যবহার করিলে কোন অনিষ্ট-পাতের আশঙ্কা থাকে না।

সম্প্রতি পাষ্টর্ চেম্বরল্যাণ্ড্ নামক এক প্রকার নূতন ছাঁকনি (Pasteur Chamberland Filter) নির্ম্মিত হইয়াছে। ইহা অতি সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত দুই মুখ বদ্ধ পোর্সিলেনের দ্বারা নির্ম্মিত কতকগুলি নল বিশেষ। পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে এই ছাঁকনি দ্বারা জল ছাঁকিলে বিসূচিকা প্রভৃতি সংক্রামক রোগের বীজ ছাঁকনির মধ্যে অবরুদ্ধ হইয়া থাকে, সুতরাং ছাঁকিত জলে সংক্রামকতা দোষ থাকে না।

সীস মিশ্রিত জল—কখন কখন কলের জল সীসধাতু নির্ম্মিত নল দ্বারা বাহিত বা সীস নির্ম্মিত বৃহৎ পাত্র মধ্যে রক্ষিত হয়। জলে কার্ব্বনিক্ য্যাসিড্, নাইট্রেট্ বা ক্লোরাইডের পরিমাণ অধিক থাকিলে সীস অল্প মাত্রায় জলের মধ্যে দ্রবীভূত হয়; সীস-মিশ্রিত উক্ত জল কিছুদিন পান করিলে শরীরে সীসঘটিত বিষ-লক্ষণ প্রকাশ পায়।

জল-বাষ্প—পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে সহজ তাপ-মাত্রায় জল হইতে বাষ্প নিয়ত উত্থিত হইয়া থাকে, একারণ বায়ু সর্ব্বদাই সজল অর্থাৎ উহার মধ্যে জল-বাষ্প অল্প বা অধিক পরিমাণে বিদ্যমান থাকে। বায়ু যত অধিক উত্তপ্ত হয় উহা ততই অধিক পরিমাণে জল-বাষ্প ধারণ করিতে পারে, একারণ গ্রীষ্মকালের বায়ুতে শীতকাল অপেক্ষা অধিক পরিমাণে জল-বাষ্প থাকে।

জল-বাষ্প সহজে আমাদিগের প্রত্যক্ষীভূত হয় না। একটী কাচকুপীতে জল ফুটাইলে যে শ্বেতবর্ণ বাষ্প নির্গত হয়, উহাকে আমরা সাধারণতঃ জল-বাষ্প

বলিয়া থাকি কিন্তু বাস্তবিক উহা জল-বাষ্প নহে। জল-বাষ্প অদৃশ্য, উহা কূপীর মধ্যে ফুটন্ত জলের উপরিস্থিত সমগ্র শূন্য প্রদেশ অধিকার করিয়া থাকে অথচ আমাদিগের দৃষ্টিগোচর হয় না। কূপীর বাহিরে যে শ্বেতবর্ণ বাষ্প উদ্গত হইতে দেখা যায়, তাহা অতি ক্ষুদ্র জলকণার সমষ্টি মাত্র—জল-বাষ্প নহে। অদৃশ্য জল-বাষ্প কূপী হইতে নির্গত হইবা মাত্র বহিঃস্থ শৈত্য সংযোগে সংহত হইয়া অসংখ্য ক্ষুদ্র জলবিন্দুতে পরিণত হয়, এবং শ্বেতবর্ণ বাষ্পের আকারে আমাদিগের নয়নগোচর হয়।

কুজ্ঝটিকা (Fog)—বহু দূর বিস্তৃত বায়ুরাশি মধ্যে জল-বাষ্প এইরূপে সংহত হইয়া কুজ্ঝটিকার আকার ধারণ করে। আর্দ্র ভূভাগের তাপ-মাত্রা তৎ-সংলগ্ন বায়ু-রাশির তাপ-মাত্রা অপেক্ষা কিঞ্চিদধিক হইলে কুজ্ঝটিকা উৎপন্ন হয়। আর্দ্র ভুভাগ হইতে উত্থিত জল-বাষ্প সন্নিকটস্থ শীতল বায়ু সংস্পর্শে সংহত হইয়া অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জল-বিন্দুতে পরিণত হয় এবং কুজ্ঝটিকা বা কুয়াসা রূপে আমা-দিগের প্রত্যক্ষীভূত হয়।

মেঘ (Cloud)—উপরে উক্ত হইয়াছে যে ভূ-সংলগ্ন বায়ুস্থিত জল-বাষ্প সংহত হইয়া কুজ্ঝটিকা উৎপন্ন হয়। ঊর্দ্ধতন বায়ুস্থিত জল-বাষ্প শৈত্য সংযোগে সংহত হইলে মেঘ উৎপন্ন হয়। সূর্য্য সহস্র কিরণ বিস্তার পূর্ব্বক নিয়ত নদী, সমুদ্র ও অন্যান্য জলাশয় হইতে জল শোষণ করিতেছেন। শোষিত জল অদৃশ্য বাষ্প রূপে উর্দ্ধে উত্থিত হয় এবং ঊর্দ্ধস্থিত শীতল বায়ু সংস্পর্শে সংহত হইয়া মেঘে পরিণত হয়; ইহা বায়ু সাহায্যে পৃথিবীর চতুর্দ্দিকে ছড়াইয়া পড়ে। মেঘ অতি ক্ষুদ্র জলকণার সমষ্টি মাত্র।

বৃষ্টি (Rain)—সমধিক শীতল বায়ু সংস্পর্শে মেঘের ক্ষুদ্র জলকণা সমূহ একত্রিত হইয়া বৃহদাকার জলকণায় পরিণত হয় এবং গুরুভার হেতু বৃষ্টির আকারে ভূতলে পতিত হয়। বৃষ্টির বিন্দু যত নামিয়া আইসে ততই বৃহদা-কার ধারণ করে; ইহার কারণ এই যে নামিবার সময় বায়ুস্থিত জল-বাষ্প শীতল ক্ষুদ্র বৃষ্টি বিন্দুর চতুর্দ্দিকে জমিয়া উহার আকারের বৃদ্ধি সাধন করে।

গ্রীষ্ম-প্রধান দেশে অধিক পরিমাণে বৃষ্টিপাত হয়; ইহার কারণ এই যে উক্ত প্রদেশে অধিকতর উত্তাপ হেতু জল-বাষ্প অধিক পরিমাণে উর্দ্ধে উত্থিত হয়, সুতরাং অধিক মেঘ সঞ্চিত হয় ও অধিক বৃষ্টিপাত হইয়া থাকে।

শিশির (Dew)—রাত্রিকালে অনাবৃত স্থানে কোন পদার্থের উপর যে জলকণা সঞ্চিত হইয়া থাকে তাহাকে শিশির কহে। দিবামানে স্থলভাগ সূর্য্য তাপ গ্রহণ করিয়া উত্তপ্ত হয়; রাত্রিকালে সঞ্চিত তাপরাশি বিকীরণ করিয়া শীতল হইয়া পড়ে। ভূভাগ শীতল হইলে তৎসংলগ্ন সমুদয় পদার্থই শীতলত্ব প্রাপ্ত হয়। ভূ-সংলগ্ন বায়ুস্থিত জল-বাষ্প এই সকল শীতল পদার্থের সংস্পর্শে সংহত হইয়া জলকণায় পরিণত হয়, ইহাই শিশির নামে অভিহিত। যে পদার্থ যত অধিক তাপ বিকীরণ করে, তাহা তত শীঘ্র শীতল হয় এবং উহার উপরে অগ্রে শিশির পাত হয়। মাটি, বালি, কাচ, বৃক্ষপত্রাদি অতি শীঘ্র তাপ বিকীরণ করে, এজন্য রাত্রিকালে উহারাই অধিক পরিমাণে শিশির সিক্ত হয়। ধাতুনির্ম্মিত পদার্থ সামান্য পরিমাণে তাপ বিকীরণ করে বলিয়া উহাদিগের উপর সহজে শিশির সম্পাত হয় না।

আকাশ পরিস্কার অর্থাৎ মেঘশূন্য হইলে অধিক পরিমাণে শিশির পাত হয়। মেঘাচ্ছন্ন রাত্রিতে ভূভাগ হইতে তাপ উত্তমরূপে বিকীর্ণ হয় না সুতরাং উহা সমধিক শীতলত্ব প্রাপ্ত হয় না; একারণ তৎকালে সামান্য মাত্র শিশিরপাত হইয়া থাকে।

ছিন্ন-তুষার (Hoar frost)—যদি ভূভাগ বা তৎসংলগ্ন পদার্থের তাপ-মাত্রা 0°Cএর নিম্নে নামিয়া যায়, তাহা হইলে তদুপরি পতিত শিশিরবিন্দু জমিয়া তুলার আকারে বরফে পরিণত হয়। বৃক্ষপত্র, খড়, কুটা প্রভৃতি যে সকল পদার্থ অত্যধিক পরিমাণে তাপ বিকীরণ করে, তাহাদিগের উপরেই ছিন্ন-তুষার জমিতে দেখা যায়।

তুষার (Snow)—অত্যধিক শীতল বায়ু সংস্পর্শে মেঘের তাপ-মাত্রা 0°C এর নীচে নামিলে মেঘস্থ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জল বিন্দু সমূহ সংহত হইয়া বরফে পরিণত হয় এবং বায়ু সমুদ্রে ভাসিতে থাকে, ইহাকেই তুষার কহে। উত্তর মেরু প্রদেশে সর্ব্বদাই তুষার পাত হয়, উক্ত প্রদেশের স্থল ও জল নিয়ত তুষারাচ্ছন্ন থাকে। অত্যুচ্চ পর্ব্বতের শিখর প্রদেশও এইরূপে নিয়ত তুষারাবৃত থাকে।

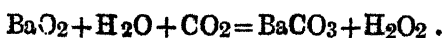
করকা, শিলা (Hail)—এদেশে গ্রীষ্মকালের প্রারম্ভে কখন কখন শিলা-বৃষ্টি হইয়া থাকে। বৃষ্টি বিন্দু পৃথিবীতে পতিত হইবার সময় যদি অধিক শৈত্য সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে সংহত হইয়া কঠিন শিলাখণ্ডে পরিণত হয় এবং বৃষ্টির সহিত ভূতলে বর্ষিত হয়। মটরের ন্যায় ক্ষুদ্র হইতে কমলালেবু অপেক্ষাও বৃহদাকারের শিলাখণ্ড পতিত হইতে দেখা গিয়াছে।

হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ বা পার্-অক্সাইড্।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন H_2O_2, আণবিক গুরুত্ব ৩৪।

পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে দুই অণু হাইড্রোজেন্ এক অণু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন্ মনক্সাইড্ (H_2O) বা জল প্রস্তুত হয়। দুই অণু হাইড্রোজেনের সহিত দুই অণু অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া যে যৌগিক প্রস্তুত হয় তাহার নাম হাইড্রোজেন্ ডাই বা পার্ অক্সাইড্ (H_2O_2)।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—বেরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ (BaO_2) জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প প্রবেশ করাইলে হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ প্রস্তুত হইয়া জলে দ্রব হইয়া থাকে এবং বেরিয়ম্ কার্ব্বনেট্ শ্বেতবর্ণ চূর্ণরূপে অধঃস্থ হইয়া পড়ে; যথা—

$$BaO_2 + H_2O + CO_2 = BaCO_3 + H_2O_2 .$$

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ অতি অস্থায়ী পদার্থ অর্থাৎ প্রস্তুত হইবার অনতিবিলম্বেই ইহা অক্সিজেন্ ও জল এই দুই পদার্থে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে। ২০°C তাপ-মাত্রায় এই পদার্থ হইতে অক্সিজেন্ স্বতই অল্পে অল্পে নির্গত হইতে থাকে, কিন্তু ১০০°C তাপ-মাত্রায় অতি শীঘ্র অর্দ্ধেক অক্সিজেন্ বাহির হইয়া যায়। যে কোন উদ্ভিজ্জ বর্ণ ইহার সহিত মিশ্রিত হইলে মুক্ত অক্সিজেন্ সহযোগে বর্ণহীন হইয়া যায়; এজন্য রঙ্গিন বস্ত্রাদি হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডের দ্রাবণে নিমজ্জিত করিয়া শুভ্রবর্ণ করা হয়।

বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ চিনির রসের ন্যায় গাঢ়। সিল্ভার্ অক্সাইডের সহিত উহা একত্রিত হইলে সশব্দস্ফোটন হইয়া থাকে এবং সমধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয়।

স্বরূপ নিরূপণ (Test)—১। শোণিত সংযুক্ত এক খণ্ড বস্ত্র টিংচার্ অব্ গুয়াকমে (Tincture of Guaiacum) সিক্ত করিয়া হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডের দ্রাবণে নিমজ্জিত করিলে উহা নীলবর্ণ ধারণ করে।

২। পার্ম্যাঙ্গানেট্ অব্ পটাশের ক্ষীণ দ্রাবণে (Weak Solution) কয়েক বিন্দু সল্ফিউরিক্ য়্যাসিড্ যোগ করিয়া তাহাতে হাইড্রোজেন্ ডাই-অক্সাইডের দ্রাবণ মিশ্রিত করিলে গোলাপী বর্ণের দ্রাবণটী তৎক্ষণাৎ বর্ণহীন হইয়া যায়।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

———:০:———

হাইড্রোজেন্ (Hydrogen)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন H, পারমাণবিক গুরুত্ব ১।

১৬০০ খ্রীষ্টাব্দে প্যারাশেল্‌শস্ (Paracelsus) এই পদার্থ আবিষ্কার করেন।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে হাইড্রোজেন্ জলের একটী উপাদান; প্রতি নয় ভাগ ওজনের জলে একভাগ ওজনে হাইড্রোজেন্ বিদ্যমান থাকে। এতদ্ব্যতীত ইহা উদ্ভিদ্ ও জীবদেহের একটী প্রধান উপাদান।

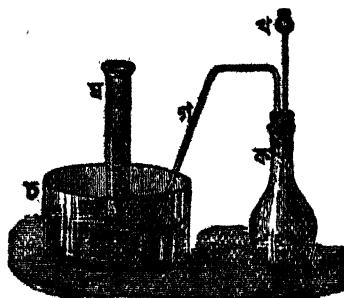
প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—নানাবিধ উপায়ে হাইড্রোজেন্ প্রস্তুত করিতে পারা যায়, তন্মধ্যে প্রধান কয়েকটী নিম্নে লিখিত হইল।

১ম। সোডিয়ম্ বা পোটাসিয়ম্ ধাতু জলের সহিত একত্রিত হইলে সহজ উত্তাপেই জলকে বিশ্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে।

১৯শ পরীক্ষা।—ক্ষুদ্র একখণ্ড সোডিয়ম্ ধাতু তারের জালের মধ্যে আবদ্ধ করতঃ একটী বক্র তাম্রতারের অগ্রভাগে সংলগ্ন করিয়া জলপূর্ণ নিম্নমুখ কাচপাত্রের মধ্যে প্রবেশ করাও; হাইড্রোজেন্ বাষ্প বুদ্বুদাকারে জালের ছিদ্র দিয়া নির্গত হইবে, এবং জলকে স্থানচ্যুত করিয়া কাচপাত্রের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

পোটাসিয়ম্ ধাতু জলে নিক্ষিপ্ত হইলে জ্বলিয়া উঠে, তাহা পূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে। জলের অক্সিজেনের সহিত পোটাসিয়ম্ ধাতুর রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হইয়া এত অধিক উত্তাপ উদ্ভূত হয় যে, বিমুক্ত হাইড্রোজেন্ বাষ্প জ্বলিয়া উঠে।

২য়। লৌহ, দস্তা প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর সহিত সল্‌ফিউরিক্ বা হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ একত্রিত হইলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া উপস্থিত হইয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়। সচরাচর দস্তা ও সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ এই বাষ্প উৎপাদনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

২০শ পরীক্ষা।—একটী আরতমুখ কাচের বোতলের (২৯শ চিত্র, ক) ছিপিতে দুইটী ছিদ্র করতঃ একটীর মধ্য দিয়া ফ্যানেল্‌যুক্ত একটী কাচনল (খ) বোতলের তলদেশ পর্য্যন্ত এবং অপর ছিদ্র দ্বারা একটী দ্বি-বক্র কাচনল (গ) বোতলের গলদেশ পর্য্যন্ত প্রবেশ করাও। বোতলের তলদেশে কতকগুলি গ্র্যানুলেটেড্‌ জিঙ্ক্‌ * (Granulated Zinc)

২৯শ চিত্র।

রাখিয়া ছিপি বন্ধ করিয়া দাও। পরে ফ্যানেলের মধ্য দিয়া জলমিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌ (১ ভাগ উগ্র সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌ ও ৫ ভাগ জল) উক্ত বোতলের মধ্যে ঢালিয়া দাও। অবিলম্বে হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প উৎপন্ন হইয়া বক্র কাচনল দ্বারা নির্গত হইতে থাকিবে। এইরূপে কিয়ৎক্ষণ বাষ্প বাহির হইয়া গেলে পর † রবারের নল দ্বারা বক্র কাচনলটী অপর একটী কাচনলের সহিত সংলগ্ন করিয়া জলপূর্ণ নিম্নমুখ একটী কাচপাত্র (ঘ) মধ্যে প্রবেশ করাইলে হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প তন্মধ্যে সঞ্চিত হইবে। নিম্নমুখ কাচপাত্রটী অপর একটী জলপূর্ণ কাচপাত্র (চ) মধ্যে রক্ষিত হয়।

৩য়। লোহিতোত্তপ্ত লৌহ জলের সহিত একত্রিত হইলে উহাকে বিশ্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প উৎপাদন করে। পূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে যে, পোটাসিয়ম্‌ ও সোডিয়ম্‌ ধাতু সহজ উত্তাপেই জলকে বিশ্লিষ্ট করে,

---

* দস্তা গলাইয়া শীতল্‌ জলে নিক্ষেপ করিলে গ্র্যানুলেটেড্‌ জিঙ্ক্‌ প্রস্তুত হয়।

† কিয়ৎক্ষণ অপেক্ষা করিয়া হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প সঞ্চয় করিবার হেতু এই যে কাচপাত্রস্থ বায়ু সম্পূর্ণরূপে নির্গত হওয়া আবশ্যক, নচেৎ বায়ু ও হাইড্রোজেন্‌ একত্রে মিশ্রিত হইয়া একটী স্ফোট-প্রবণ মিশ্র-বাষ্প উৎপন্ন হয়; উহা কোনরূপে অগ্নি সংযুক্ত হইলে সশব্দ স্ফোটন উপস্থিত হইয়া বিপৎপাতের সম্ভাবনা। এজন্য কিয়ৎক্ষণ অপেক্ষা করিয়া অর্থাৎ কাচপাত্রের বায়ু সম্পূর্ণরূপে বহির্গত হইয়া গেলে পর তন্মধ্যে হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প সঞ্চয় করা কর্ত্তব্য।

কিন্তু লৌহ প্রভৃতি অপর কয়েকটী ধাতু লোহিতোত্তপ্ত না হইলে এই ক্রিয়া সংসাধিত হয় না। একটী লৌহ নির্ম্মিত নলের ভিতর কতকগুলি লৌহশলাকা পুরিয়া গ্যাস বাত্তিতে লোহিতোত্তপ্ত করতঃ এক মুখ দিয়া তন্মধ্যে জল-বাষ্প প্রবেশ করাইলে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া যায় এবং নলের অপর মুখ দিয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প নির্গত হইতে থাকে। কাচনল সংযোগে এই বাষ্পকে নিম্নমুখ জলপূর্ণ পাত্রে সঞ্চয় করা যাইতে পারে।

৪র্থ। জলমধ্যে তাড়িত-প্রবাহ সঞ্চালন করিলে হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়। জল তাড়িত-অপরিচালক বলিয়া উহাতে অল্প পরিমাণে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত করিলে বিশ্লেষণ ক্রিয়া সহজে সম্পাদিত হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—হাইড্রোজেন্ গন্ধহীন, বর্ণহীন, ও স্বাদবিহীন বায়বীয় পদার্থ। ইহা বিষাক্ত পদার্থ নহে। হাইড্রোজেন্ বাষ্প বায়ু অপেক্ষা ১৪·৫ গুণ ও অক্সিজেন্ অপেক্ষা ১৫.৯৬ গুণ লঘু; ইহা আবিষ্কৃত মূল পদার্থ সমূহের মধ্যে সর্ব্বাপেক্ষা লঘু পদার্থ।

হাইড্রোজেন্-পূর্ণ পাত্র অনাবৃত রাখিলে স্বল্পক্ষণের মধ্যে হাইড্রোজেন্ উড়িয়া যায় এবং বায়ু উহার স্থান অধিকার করে; একারণ এই বাষ্প-পূর্ণ পাত্র সর্ব্বদা নিম্নমুখে রক্ষিত হয়।

২১শ পরীক্ষা।—একটী কাচপাত্র নিম্নমুখ করিয়া ঠিক মুখের নীচে একটী হাইড্রোজেন্‌পূর্ণ পাত্র অল্পে অল্পে ঊর্দ্ধমুখ কর। হাইড্রোজেন্ বায়ু অপেক্ষা লঘু বলিয়া ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া নিম্নমুখ পাত্রের মধ্যে সঞ্চিত হইবে। এক্ষণে একটী জ্বলন্ত বাতি উভয় পাত্রের মধ্যে প্রবেশ করাও; নিম্নমুখ পাত্রের মুখে হাইড্রোজেন্ জ্বলিতে থাকিবে কিন্তু ঊর্দ্ধমুখ পাত্রের মুখে কোন শিখা দেখিতে পাইবে না, কারণ হাইড্রোজেন্ উহা হইতে ইতিপূর্ব্বে নির্গত হইয়া গিয়াছে।

হাইড্রোজেন্ বাষ্প যে বায়ু অপেক্ষা লঘু তাহা নিম্নলিখিত দুইটী পরীক্ষা দ্বারা সুন্দর রূপে প্রমাণিত হয়।

২২শ পরীক্ষা।—একটী কলোডিয়ন্ (Collodion) নির্ম্মিত বেলুন (Baloon) হাইড্রোজেন্ বাষ্প দ্বারা পূর্ণ কর। বেলুন স্ফীত হইলে উহার মুখ সূত্র দ্বারা বদ্ধ করতঃ ছাড়িয়া দাও—বেলুন ঊর্দ্ধে উড়িয়া যাইবে। যে সকল প্রকাণ্ড বেলুন আরোহী সমেত আকাশপথে উড্ডীয়মান হয়, হাইড্রোজেন্, কোল্‌গ্যাস্ বা অপর কোন বায়ু অপেক্ষা লঘু বাষ্প দ্বারা উহাদিগকে পূর্ণ করা যায়।

২৩শ পরীক্ষা।—জলে সাবান গুলিয়া উহার মধ্যে হাইড্রোজেন্ বাষ্প প্রবেশ করাও। হাইড্রোজেনের বুদ্বুদগুলি সাবানজলের সূক্ষ্ম আবরণ মধ্যে থাকিয়া লঘুত্ব হেতু উপরে উড়িয়া যাইবে।

সাবানের জলে হাইড্রোজেনের পরিবর্তে বায়ু প্রবেশ করাইলে বুদ্বুদ-গুলি গুরুভার হেতু ঊর্দ্ধগামী না হইয়া নিম্নগামী হইয়া থাকে।

হাইড্রোজেন্ বায়ুর ন্যায় শব্দবহ নহে। ইহা অগ্নি সংযোগে জ্বলিতে থাকে, কিন্তু অক্সিজেনের ন্যায় দাহন কার্য্যের সহায়তা করে না।

২৪শ পরীক্ষা।—হাইড্রোজেন্ পূর্ণ বোতল নিম্নমুখ করিয়া তন্মধ্যে তার-সংলগ্ন একটী জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও। হাইড্রোজেন্ বোতলের মুখে নিষ্প্রভ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিতে থাকিবে, কিন্তু বাতিটী নিবিয়া যাইবে।

হাইড্রোজেন্ জ্বলিবার সময় বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল প্রস্তুত করে। (৭৯ পৃষ্ঠায় ১৬শ পরীক্ষা দেখ)।

হাইড্রোজেনের শিখা নিষ্প্রভ ও প্রায় বর্ণহীন, কিন্তু উক্ত শিখার তাপ-মাত্রা অত্যন্ত অধিক। লৌহের তার এই শিখার মধ্যে ধারণ করিলে অনতিবিলম্বে দ্রব হইয়া অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বিকীরণ করে, এবং প্লাটিনম্ ধাতুর তার অবিলম্বে লোহিতোত্তপ্ত হইয়া উঠে।

প্যালেডিয়ম্, প্লাটিনম্ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতু হাইড্রোজেন্ বাষ্প শোষণ করে।

হাইড্রোজেন্ বাষ্প বায়ু বা অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত হইলে একটী স্ফোটনশীল মিশ্র-বাষ্প উৎপন্ন হয়। দীপালোক সংযোগে ইহার সশব্দ স্ফোটন হইয়া থাকে।

২৫শ পরীক্ষা।—একটী জলপূর্ণ সোডা ওয়াটারের বোতল জলপূর্ণ অপর একটী পাত্রে নিম্নমুখ করিয়া নিমজ্জিত করতঃ দুই আয়তন হাইড্রোজেন্ ও এক আয়তন অক্সিজেন্ দ্বারা পূর্ণ কর। পরে বোতলটী উত্তম রূপে ছিপি দ্বারা বন্ধ করতঃ উহার উপরে পুরু কাপড় জড়াও, এবং ছিপিটী খুলিয়া বোতলের মুখে দীপালোক সংযোগ কর। বন্দুকের ন্যায় ভয়ঙ্কর শব্দ করিয়া উভয় বাষ্প মিলিত হইবে।

হাইড্রোজেন্ বাষ্প জ্বালাইতে হইলে যে বোতলের মধ্যে উহা উৎ-পাদন করা যায়, তাহা হইতে বায়ু সম্পূর্ণরূপে নিষ্কাশিত হইয়া গেলে পর নলের মুখে আলোক সংযোগ করা উচিত; নচেৎ বোতলস্থ বায়ু

ও হাইড্রোজেন্ উভয়ে মিশ্রিত হইয়া পূর্ব্ববৎ একটী মিশ্র-বাষ্প উৎপাদন করে; আলোকসংযুক্ত হইলে উহার স্ফোটন উপস্থিত হইয়া বোতল ভাঙ্গিয়া বিপৎপাতের সম্ভাবনা। এই জন্য হাইড্রোজেন্ বাষ্পে আলোক সংযোগ করিবার পূর্ব্বে এ বিষয়ে বিশেষ লক্ষ্য রাখা উচিত।

২৬শ পরীক্ষা।—একটী ভল্টামিটার্ (Voltameter) নামক যন্ত্রে জল রাখিয়া তাড়িত-কোষাবলীর সহিত উহাকে সংযুক্ত কর। জল বিশ্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ একত্রে মিশ্র-বাষ্প রূপে নির্গত হইবে। এই মিশ্র-বাষ্প একটী পিত্তলের পাত্রে রক্ষিত সাবানের জলের মধ্যে প্রবেশ করাও। দীপালোক সংযোগে মিশ্র-বাষ্প-পূর্ণ সাবানের বুদ্বুদ-গুলির সশব্দ-স্ফোটন হইবে।

বায়বীয় অথবা অপর কোন মূল পদার্থ বাষ্পাবস্থায় যে পরিমাণে হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হয়, তাহা স্থির করিয়া রাসায়নিক পণ্ডিতেরা মূল পদার্থ সমূহকে কতকগুলি শ্রেণীতে বিভক্ত করিয়াছেন।

পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে, এক লিটার্ ক্লোরিন্ এক লিটার্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া দুই লিটার্ হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প উৎপাদন করে; ক্লোরিন্ কখনই সম আয়তন অপেক্ষা অধিক পরিমাণ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে পারে না। কিন্তু এক লিটার্ অক্সিজেন্ দুই লিটারের ন্যূন পরিমাণ হাইড্রোজেনের সহিত কখনই মিলিত হইতে পারে না, এবং এই মিলনে দুই লিটার্ জল-বাষ্প উৎপন্ন হইয়া থাকে। পুনশ্চ এক লিটার্ নাইট্রোজেন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে হইলে শেষোক্ত পদার্থের তিন লিটারের ন্যূনে কখনুই উভয়ের মিলন হইতে পারে না, এবং এই পরিমাণে উভয়ে মিলিত হইলেও দুই লিটার্ মাত্র য়্যামোনিয়া বাষ্প প্রস্তুত হয়। এইরূপে এক লিটার্ কার্ব্বন্ চারি লিটারের ন্যূন পরিমাণ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইতে পারে না, এবং এই পরিমাণে মিলিত হইয়া দুই লিটার্ মাত্র জলা-বাষ্প (Marsh gas) উৎপাদন করে। হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিডের ফর্ম্মিউলা HCl লিখিত হয় বলিয়া জল, য়্যামোনিয়া এবং জলা-বাষ্পের ফর্ম্মিউলা যথাক্রমে H_2O, H_3N, H_4C রূপে প্রদর্শিত হইয়া থাকে।

এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, ক্লোরিন্, অক্সিজেন্, নাইট্রোজেন্ বা কার্ব্ব-

নের এক আয়তন, হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইবার জন্য, শেষোক্ত পদার্থের যথাক্রমে ১, ২, ৩ ও ৪ আয়তন প্রয়োজন হয়, কিন্তু হাইড্রোজেনের পরিমাণ বিভিন্ন হইলেও উহাদিগের মিলনে যে সকল যৌগিক উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের পরিমাণ কখনই দুই আয়তনের অধিক হয় না।

যে সকল মূল পদার্থের এক অণু অর্থাৎ এক আয়তন হাইড্রোজেনের এক অণু অর্থাৎ এক আয়তনের সহিত মিলিত হয়, তাহাদিগকে একাণব পদার্থ (Monad) কহে। ক্লোরিন্, ব্রোমিন্, আইওডিন্ প্রভৃতি এক একটী একাণব পদার্থ।

মূল পদার্থের এক অণু হাইড্রোজেনের দুই অণুর সহিত মিলিত হইলে উক্ত পদার্থকে দ্ব্যাণব পদার্থ (Dyad) কহা যায়; যেমন অক্সিজেন্, গন্ধক ইত্যাদি।

মূল পদার্থের ১ অণু হাইড্রোজেনের ৩ অণুর সহিত মিলিত হইলে উক্ত পদার্থ ত্র্যাণব (Triad) বলিয়া অভিহিত হয়; যথা নাইট্রোজেন্, ফস্‌ফরাস্, আর্সেনিক্ ইত্যাদি।

মূল পদার্থের ১ অণু হাইড্রোজেনের ৪ অণুর সহিত মিলিত হইলে ঐ পদার্থ চতুরাণব (Tetrad) বলিয়া উক্ত হয়; যথা কার্ব্বন্, সিলিকন্ ইত্যাদি।

এইরূপে কোন কোন মূল পদার্থ পঞ্চাণব (Pentad), ষষ্ঠাণব (Hexad) প্রভৃতিও হইয়া থাকে।

এই নিয়মানুসারে মূল পদার্থদিগকে একাণব, দ্ব্যাণব প্রভৃতি ভিন্ন ভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়।

হাইড্রোজেনের সহিত অপর একটী মূল পদার্থের রাসায়নিক মিলনে যে যৌগিক প্রস্তুত হয়, তাহাকে হাইড্রাইড্ (Hydride) কহে।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

—o—

অক্সিজেন্ (Oxygen)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন O, পারমাণবিক গুরুত্ব ১৫.৯৬।

১৭৭৪ খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানবিদ্ প্রিষ্ট্‌লী (Priestley) এই মূল পদার্থ আবিষ্কার করেন।

অক্সিজেন্ পৃথিবীস্থ অধিকাংশ পদার্থের উপাদান এবং অপরাপর মূল পদার্থ অপেক্ষা অধিক পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে ভূ-স্তর মধ্যে শতকরা ৫০ ভাগ, জলে নয় ভাগের মধ্যে ৮ ভাগ, এবং বায়ুতে পাঁচ ভাগের মধ্যে প্রায় ১ ভাগ অক্সিজেন্ বিদ্যমান থাকে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী—কতকগুলি অক্সিজেন-ঘটিত পদার্থ হইতে অক্সিজেন্‌কে সহজে পৃথক করা যায়; লোহিত পারদ অক্‌সাইড্ এবং ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ নামক দুইটী পদার্থ ইহাদিগের মধ্যে প্রধান।

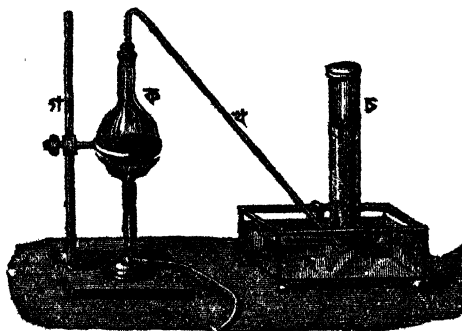
১ম। লোহিত পারদ অক্‌সাইড্ উত্তাপ সংযোগে বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন্ উৎপাদন করে (৭৫ পৃষ্ঠায় ৪র্থ পরীক্ষা দেখ)।

২য়। ক্লোরেট্ অব্ পটাশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন্ নির্গত হয়।

২৭শ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষানলের মধ্যে ক্লোরেট্ অব্ পটাশের চূর্ণ রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ কর; পদার্থটী দ্রব হইয়া ফুটিতে থাকিবে এবং উহা হইতে একটী অদৃশ্য বাষ্প নির্গত হইবে। একটী অগ্নিমুখ দীপশলাকা উক্ত পরীক্ষানলের মধ্যে নিমজ্জিত কর; উহা পুনঃ প্রজ্বলিত হইবে।

ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ উত্তাপ সংযোগে বিশ্লিষ্ট হইয়া যে অক্সিজেন্ উৎপাদন করে তাহারই সংস্পর্শে নির্ব্বাণোন্মুখ দীপ শলাকা পুনঃ প্রজ্বলিত হইয়া উঠে।

ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ (Manganese Di-oxide) নামক কৃষ্ণবর্ণ যৌগিক পদার্থ ম্যাঙ্গানীজ্ ধাতু ও অক্সিজেনের মিলনে উৎপন্ন। ক্লোরেট্ অব্ পটাশের সহিত ইহাকে সমভাগে মিশ্রিত করিলে সামান্য উত্তাপেই ক্লোরেট্ হইতে অক্সিজেন্ নির্গত হইয়া থাকে, এজন্য অক্সিজেন্ প্রস্তুত কালে এই দুই পদার্থ একত্রে মিশ্রিত হইয়া ব্যবহৃত হয়। এই প্রক্রিয়াতে ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইডের কোন পরিবর্ত্তন সংঘটিত হয় না।

২৮শ পরীক্ষা—একটী কাচ-কূপী (৩০শ চিত্র, ক) মধ্যে ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ পূর্ব্বোক্ত পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া রাখ। একটী বক্র কাচ নল (খ) সংযুক্ত ছিপি দ্বারা কূপীর মুখ বন্ধ করিয়া দাও। লৌহ নির্ম্মিত রিটর্ট্ ষ্ট্যাণ্ডের (গ) উপর কূপীটী স্থাপন করিয়া নিম্নদেশে স্পিরিট্ বা গ্যাস্‌বাতি দ্বারা উত্তাপ প্রয়োগ কর।

৩০শ চিত্র।

একটী আয়তমুখ লম্বমান কাচপাত্রে (চ) জল পুরিয়া অপর একটী জলপূর্ণ পাত্র (ছ) মধ্যে নিম্ন মুখ করিয়া নিমজ্জিত কর। উত্তাপ প্রয়োগে প্রথমতঃ কাচকূপীর মধ্যস্থিত বায়ু নির্গত হইয়া যাইবে পরে যখন বক্র নল দিয়া শুদ্ধ অক্সিজেন্ নির্গত হইতে থাকিবে অর্থাৎ যখন একটী অগ্নি-মুখ দীপ-শলাকা নলের মুখে ধারণ করিলে জ্বলিয়া উঠিবে তখন উক্ত নল নিম্নমুখ জলপূর্ণ পাত্রের মধ্যে প্রবেশ করাও। অক্সিজেন্ বাষ্প জলকে স্থানচ্যুত করিয়া বুদ্বুদাকারে বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—অক্সিজেন্ রূপ, গন্ধ ও স্বাদহীন অদৃশ্য বায়বীয় পদার্থ। বায়ু অপেক্ষা ইহা কিঞ্চিদধিক (১.১০৫৬ গুণ) ভারী। সহজ বায়ু-চাপের ৩২০ গুণ অধিক চাপে এবং –১৪০°C তাপমাত্রায় অক্সিজেন্‌কে বায়বীয় অবস্থা হইতে তরলাবস্থায় পরিণত করা যাইতে পারে।

অক্সিজেনের সহিত অন্য পদার্থের রাসায়নিক সংযোগ উপস্থিত হইলে যে ক্রিয়া উপস্থিত হয়, তাহাকে অক্সিজেন্-সংযোগ (Oxidation) কহে। এরূপ স্থলে যখন উত্তাপ ও আলোক উদ্ভূত হয়, তাহাকে দাহন প্রক্রিয়া (Combustion) কহে। এ বিষয় ইতিপূর্ব্বে বিস্তারিত রূপে বর্ণিত হইয়াছে (২৩ পৃষ্ঠা দেখ)।

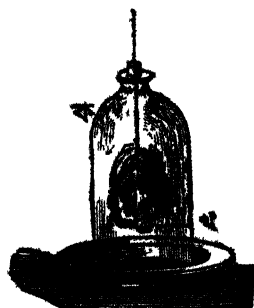
কতকগুলি পদার্থ সহজ তাপ-মাত্রায় অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয়; পূর্ব্বে যে লৌহেব উপর মরিচা সংলগ্ন হইবার কথা উল্লেখ করা গিযাছে, তাহা এই বিষয়ের উত্তম দৃষ্টান্তস্থল। পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্ প্রভৃতি কতিপয় ধাতু সহজ উত্তাপেই অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় কিন্তু উত্তাপ ব্যতীত অক্সিজেনের সহিত অধিকাংশ পদার্থের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয় না। যে সকল পদার্থ বায়ুমধ্যে দগ্ধ হয় অথবা সহজে দগ্ধ হয় না, শুদ্ধ অক্সিজেন্ সংযোগে তাহাদিগের দাহন কার্য্য সতেজে সম্পন্ন হইয়া থাকে, কারণ বায়ু মধ্যে অক্সিজেনের পরিমাণ এক-পঞ্চমাংশের অধিক নহে।

২৯শ পরীক্ষা।—একটী বক্রমুখ তাম্রতারে ছোট মোমবাতি বিদ্ধ করিয়া প্রজ্বলিত করতঃ অক্সিজেন্ পূর্ণ বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাও। বর্ত্তিকা অধিকতর উজ্জ্বল আলোক নিঃসরণ করিয়া জ্বলিতে থাকিবে।

৩০শ পরীক্ষা।—প্রজ্বলিত বাতিটী নির্ব্বাপিত করিয়া অগ্নিমুখ থাকিতে২ অক্সিজেনের বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাও; বাতি পুনঃ প্রজ্বলিত হইবে।

৩১শ পরীক্ষা।—এক খণ্ড কয়লা তারে বাঁধিয়া দীপালোকে লোহিতোত্তপ্ত করতঃ অক্সিজেন্-পূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত কর; কয়লা খণ্ড উজ্জ্বল আলোক ও স্ফুলিঙ্গ নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকিবে।

গন্ধক সহজ তাপমাত্রায় অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না, কিন্তু উত্তাপ সংযোগে উভয়ের মধ্যে সতেজে রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয়।

৩২শ পরীক্ষা।—(খ) চিহ্নিত দীর্ঘ বাঁট যুক্ত তেলের পলার ন্যায় একটী পাত্রে (Deflagrating spoon) গন্ধক জ্বালাইয়া অক্সিজেনের বোতলে (ক) নিমজ্জিত কর; গন্ধক বেগুণী বর্ণের আলোক নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকে।

৩১শ চিত্র।

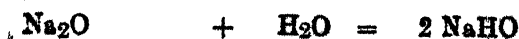
৩৩শ পরীক্ষা।—পূর্ব্বোক্ত পাত্রে ক্ষুদ্র এক খণ্ড ফস্‌ফরাস্ রাখিয়া অগ্নিসংযোগ করতঃ অক্সিজেন্-পূর্ণ বোতলে নিমজ্জিত কর; ফস্‌ফরাস্ সশব্দে জ্বলিয়া উঠিবে, এবং দৃষ্টি-সন্তাপক তীব্র আলোক নিঃসৃত হইবে।

৩৪শ পরীক্ষা।—ম্যাগ্নেসিয়ম্ ধাতুর একটী তার দীপশিখায় জ্বালাইয়া অক্সিজেনের বোতলে প্রবেশ করাও, অতীব উজ্জ্বল আলোক নিঃসৃত করিয়া ম্যাগ্‌নেসিয়মের তার পুড়িতে থাকিবে।

৩৫শ পরীক্ষা।—ঘড়ির স্প্রিংএর এক মুখে দ্রবীভূত গন্ধক সংলগ্ন করিয়া অগ্নি সংযোগ করিলে গন্ধক জ্বলিতে থাকে। কিন্তু ঘড়ির স্প্রিং পোড়ে না। এক্ষণে এই জ্বলন্তমুখ স্প্রিংটী অক্সিজেনের বোতলে নিমজ্জিত কর; প্রবল তেজের সহিত স্প্রিংটী দগ্ধ হইতে থাকিবে; এবং লোহিতবর্ণ গলিত লৌহ চতুর্দ্দিকে বিক্ষিপ্ত হইয়া সুন্দর দৃশ্য উৎপাদন করিবে।

একটি পুরু কাচের বোতলের মধ্যে এই পরীক্ষা করিতে হয় নতুবা বোতলটী ভাঙ্গিয়া যাইবার সম্ভাবনা।

ফ্লোরিন্ (Fluorine) ব্যতীত অপর সকল মূল পদার্থের সহিত অক্সি-জেন্ মিলিত হইয়া অক্‌সাইড্ (Oxide) নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত করে। প্রায় সকল অক্‌সাইড্‌ই জলের সহিত মিলিত হয়, তখন উহাদিগকে হাইড্রক্‌সাইড্ (Hydroxide) কহে; যথা—

$$Na_2O + H_2O = 2\,NaHO$$

অক্সাইড্ অব্ সোডিয়ম্ + জল = সোডিয়ম্ হাইড্রক্সাইড্।

অক্সাইড্‌গুলি তিন শ্রেণীতে বিভক্ত। যথা—

১ম। দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ (Acid forming Oxide)।
২য়। ধাতব অক্সাইড্ (Basic Oxide)।
৩য়। পার্ অক্সাইড্ (Peroxide)।

দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্।—অধাতব মূল পদার্থদিগের প্রায় সকল অক্সাইড্ই দ্রাবকোৎপাদক অক্সাইড্ অর্থাৎ জলের সহিত মিশ্রিত হইলে ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবক উৎপাদন করে।

৩৬শ পরীক্ষা।—পূর্ব্বে যে দুইটী বোতলে গন্ধক ও ফস্ফরাস্ পোড়ান হইয়াছে, তন্মধ্যে নীলবর্ণ লিট্মসের দ্রাবণ ঢালিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন কর, উক্ত দ্রাবণ লোহিতবর্ণ ধারণ করিবে। ইহার কারণ এই যে, গন্ধক এবং ফস্ফরাস্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল অক্সাইড্ প্রস্তুত করিয়াছে তাহারা দ্রাবক-ধর্ম্মবিশিষ্ট। *

ধাতব অক্সাইড্।—ধাতব অক্সাইড্দিগের মধ্যে কতকগুলি ক্ষার-ধর্ম্ম-সম্পন্ন (Alkaline) এবং অপরগুলি নক্ষারাম্ল (Neutral)।

৩৭শ পরীক্ষা। ইতিপূর্ব্বে যে বোতলে ম্যাগ্নেসিয়ম্ ধাতুর তার দগ্ধ করা হইয়াছে, তাহা পরীক্ষা করিলে তন্মধ্যে এক প্রকার শ্বেতবর্ণ পদার্থ দগ্ধাবশিষ্ট থাকিতে দেখা যায়। এই পদার্থকে ম্যাগ্নেসিয়ম্ অক্সাইড্ কহে। ইহা ম্যাগ্নেসিয়ম্ ধাতুর সহিত অক্সিজেনের রাসায়নিক সম্মিলনে উৎপন্ন। লোহিত লিট্মসের দ্রাবণ অল্প পরিমাণে এই বোতলের মধ্যে ঢালিয়া উত্তমরূপে আলোড়ন কর, দ্রাবণটী নীলবর্ণ ধারণ করিবে। ইহা দ্বারা ম্যাগ্নেসিয়ম্ অক্সাইড্ নামক ধাতব অক্সাইড্টী যে ক্ষার-ধর্ম্ম সম্পন্ন তাহাই প্রমাণিত হয়।

যে ধাতব অক্সাইড্গুলি দ্রাবক বা ক্ষার-ধর্ম্ম-বিশিষ্ট নহে, তাহারা নক্ষারাম্ল অক্সাইড্ (Neutral Oxide) নামে অভিহিত। জিঙ্ক্ অক্সাইড্, পারদ অক্সাইড্ প্রভৃতি এক একটী নক্ষারাম্ল অক্সাইড্।

ধাতব অক্সাইড্গুলি দ্রাবকের সহিত সহজে মিলিত হইয়া দ্রাবক-ভেদে নানাবিধ লবণ প্রস্তুত করে। জিঙ্ক্ অক্সাইডের সহিত সল্ফিউরিক্ য়্যাসিডের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া জিঙ্ক্ সল্ফেট্ (Zinc Sulphate) নামক লবণ প্রস্তুত হয়।

---

* দ্রাবক সংযোগে নীলবর্ণ লিট্মসের দ্রাবণ লোহিত বর্ণ এবং ক্ষার সংযোগে লোহিতবর্ণ লিট্মসের দ্রাবণ নীলবর্ণ ধারণ করে।

পার্‌ অক্‌সাইড্‌।—এই শ্রেণীর অক্‌সাইড্‌ সমূহে পূর্ব্বোক্ত দুই শ্রেণীর অক্‌সাইড্‌ অপেক্ষা অক্সিজেনের পরিমাণ অধিক থাকে; ইহাদিগকে দগ্ধ করিলে অক্সিজেন্‌ নির্গত হয়। ম্যাঙ্গানীজ্‌ ডাই-অক্‌সাইড্‌, রেড্‌লেড্‌ (মেটিয়া সিন্দুর) প্রভৃতি এক একটী পার্‌-অক্‌সাইড্‌। পার্‌-অক্‌সাইড্‌দিগের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌ মিশ্রিত হইলে অক্সিজেন্‌ বাষ্প নির্গত হয়, কিন্তু ইহারা হাইড্রোক্লোরিক্‌ য়্যাসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে ক্লোরিন্‌ বাষ্প উৎপাদন করে।

দ্রাবক (Acid)

ভিন্ন ভিন্ন দ্রাবকোৎপাদক অক্‌সাইড্‌দিগের সহিত জল মিশ্রিত হইলে বিভিন্ন দ্রাবক (Acid) উৎপন্ন হইয়া থাকে। দ্রাবকগুলি দুই শ্রেণীতে বিভক্ত—অনঙ্গারক বা খনিজ (Inorganic or Mineral) দ্রাবক এবং অঙ্গারক (Organic) দ্রাবক। হাইড্রোক্লোরিক্‌ য়্যাসিড্‌, সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌, নাইট্রিক্‌ য়্যাসিড্‌ ইত্যাদি খনিজ এবং সাইট্রিক্‌ য়্যাসিড্‌, টার্টারিক্‌ য়্যাসিড্‌ প্রভৃতি অঙ্গারক দ্রাবক। সকল দ্রাবকেই সাধারণতঃ নিম্নলিখিত ধর্ম্ম লক্ষিত হইয়া থাকে।

(ক) আস্বাদন করিলে অম্লতা বোধ হয়।

(খ) নীলবর্ণ একখণ্ড লিট্‌মস্‌ কাগজ দ্রাবক মধ্যে নিমজ্জিত হইলে লোহিতবর্ণ ধারণ করে।

(গ) যে কোন কার্ব্বনেটের সহিত মিশ্রিত হইলে স্ফুটন (Effervescence) হয়।

(ঘ) ফিনল্‌থ্যালিন্‌ নামক পদার্থের দ্রাবণে ক্ষার-পদার্থ মিশ্রিত হইলে যে গোলাপী বর্ণ উৎপন্ন হয়, তাহা দ্রাবক সংস্পর্শে বর্ণহীন হইয়া যায়।

(চ) মিথিল্‌ অরেঞ্জ্‌ নামক পদার্থের দ্রাবণ দ্রাবক সংযোগে গোলাপী বর্ণ ধারণ করে।

বেস্‌ (Base)

যে পদার্থ কোন একটী দ্রাবকের সহিত মিলিত হইয়া দ্রাবকের ধর্ম্ম সম্পূর্ণরূপে নষ্ট করতঃ একটী নূতন পদার্থের (লবণ) সৃষ্টি করে, তাহাকে বেস্‌ কহে। সচরাচর ধাতুর অক্সাইড্‌গুলি বেস্‌ নামে অভিহিত।

ক্ষারপদার্থ (Alkalis)—পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে কতকগুলি ধাতব অক্সাইড্ ক্ষার-ধর্ম্মাক্রান্ত; তন্মধ্যে পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্, য়্যামোনিয়ম্ ও ক্যাল্সিয়ম্ ধাতুর অক্সাইড্গুলি সর্ব্ব প্রধান। ইহারা ক্ষতকারী ক্ষার, (Caustic alkalis) অর্থাৎ শরীরের কোন স্থানে অধিকক্ষণ লাগাইলে ঘা হয়। ইহারা জলে দ্রবণীয়। ক্ষার-পদার্থদিগের মধ্যে সাধারণতঃ নিম্নলিখিত ধর্ম্ম পরিলক্ষিত হয়—

(ক) ইহারা বিস্বাদ, মুখে দিলে বমনোদ্রেক হয়।

(খ) লাল লিট্মস্ কাগজ ইহাদিগের সংস্পর্শে নীলবর্ণ হয়।

(গ) হরিদ্রা মাথান কাগজ (Turmeric paper) মেটে লালবর্ণ (Brown) ধারণ করে।

(ঘ) ফিনল্থ্যালিনের বর্ণহীন দ্রাবণ গোলাপীবর্ণ ধারণ করে।

(চ) মিথিল্ অরেঞ্জের দ্রাবণে দ্রাবক সংযোগে যে গোলাপী বর্ণ উৎপন্ন হয় তাহা নষ্ট হইয়া যায়।

লবণ (Salt)

যখন কোন দ্রাবকের সহিত বেসের মিলন উপস্থিত হইয়া এমন একটী অভিনব গুণ-বিশিষ্ট পদার্থ উৎপন্ন হয়, যাহা বেস্ বা দ্রাবক এতদুভয়ের মধ্যে কোনটীর ধর্ম্ম প্রদর্শন করে না, সেই নবজাত পদার্থ লবণ নামে অভিহিত। লবণ বলিলেই খাদ্য লবণ বুঝায় না; দ্রাবক ও বেস্ পরস্পর মিলিত হইলে স্ব স্ব ধর্ম্ম বিবর্জ্জিত হইয়া যে নূতন ধর্ম্ম-বিশিষ্ট যৌগিক পদার্থ উৎপাদন করে, তাহাকেই লবণ কহে। চূণ ও কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ সংযোগে চা-খড়ি প্রস্তুত হয়; চা-খড়ি একটী লবণ। এতদ্ভিন্ন সোহাগা, যবক্ষার, ফট্কিরি, হীরাকশ্ প্রভৃতি পদার্থগুলিও এক একটী লবণ। লবণ তিন প্রকার যথা—

১ম। প্রকৃত লবণ (Normal salt)।

২য়। হাইড্রোজেন্-যুক্ত লবণ্ (Acid salt)।

৩য়। অক্সাইড্-মিশ্রিত লবণ (Basic salt)।

১ম। প্রকৃত লবণ।—হাইড্রোজেন্ প্রায় সমস্ত দ্রাবকের একটী উপাদান। কোন ধাতুর লবণ প্রস্তুত হইবার সময় দ্রাবকস্থ হাইড্রোজেনের স্থান উক্ত ধাতু দ্বারা অধিকৃত হয়, যথা ($Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2$) ; এখানে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ স্থিত হাইড্রোজেনের স্থান জিঙ্ক্ ধাতু দ্বারা অধিকৃত হইয়া জিঙ্ক্ সল্‌ফেট্ (Zinc Sulphate) নামক লবণ প্রস্তুত হইয়াছে। এইরূপে দ্রাবকের হাইড্রোজেনের স্থান ধাতু দ্বারা সম্পূর্ণরূপে অধিকৃত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে প্রকৃত লবণ কহে।

২য়। হাইড্রোজেন্-যুক্ত লবণ।—দ্রাবকে হাইড্রোজেনের স্থান ধাতু দ্বারা আংশিকরূপে অধিকৃত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাকে হাইড্রোজেন্-যুক্ত লবণ কহে। বাই-কার্ব্বনেট্ অব্ সোডা (Bi-Carbonate of Soda) একটী হাইড্রোজেন্-যুক্ত লবণ। ইহার সাঙ্কেতিক চিহ্ন (Formula) $NaHCO_3$; এস্থলে সোডিয়ম্ ধাতু (Na) কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ (H_2CO_3) হইতে হাইড্রোজেন্‌কে আংশিকরূপে স্থানচ্যুত করিয়াছে। হাইড্রোজেন্‌কে সম্পূর্ণরূপে স্থানচ্যুত করিলে কার্ব্বনেট্ অব্ সোডা (Na_2CO_3) নামক প্রকৃত লবণ উৎপন্ন হয়।

৩য়। অক্সাইড্-মিশ্রিত লবণ।—লবণের সহিত ঐ ধাতুর অক্‌সাইড্ মিশ্রিত থাকিলে উক্ত লবণকে অক্‌সাইড্-মিশ্রিত লবণ বা বেসিক্ সল্ট্ কহে; সব্-নাইট্রেট্ অব্ লেড্ (Sub-Nitrate of Lead) ইহার একটী উদাহরণ স্থল। ইহাতে নাইট্রেট্ অব্ লেড্ নামক সীসধাতুর লবণের সহিত উক্ত ধাতুর অক্‌সাইড্ মিশ্রিত থাকে।

"ইক্" ও "অস্" শব্দান্ত দ্রাবক।—কোন কোন অধাতব মূল পদার্থ বিভিন্ন পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া একের অধিক দ্রাবকোৎপাদক অক্‌সাইড্ প্রস্তুত করে; যথা SO_2 এবং SO_3। এস্থলে গন্ধকের (S) এক অণু অক্সিজেনের দুই ও তিন অণুর সহিত মিলিত হইয়া যথাক্রমে সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ (SO_2) ও সল্‌ফর্ ট্রাই-অক্‌সাইড্ (SO_3) নামক দুইটী বিভিন্ন দ্রাবকোৎপাদক অক্‌সাইড্ উৎপাদন করিয়াছে। অধিক পরিমাণ অক্সিজেনঘটিত অক্‌সাইড্ হইতে

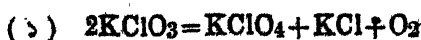
যে সকল দ্রাবক উৎপন্ন হয়, রাসায়নিক পণ্ডিতেরা তাহাদিগের অন্তে "ইক্" (ic) শব্দটী যোগ করেন এবং অল্প পরিমাণ অক্সিজেন্ঘটিত অক্সাইড্ হইতে যে সকল দ্রাবক উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের অন্তে "অস্" (ous) শব্দটী যোগ করিয়া উভয়বিধ দ্রাবকের মধ্যে পার্থক্য স্থাপন করেন। সল্ফর্ ডাই-অক্সাইড্ (SO_2) জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সল্ফিউরস্ য়্যাসিড্ (Sulphurous Acid) প্রস্তুত হয়; কিন্তু সল্ফর্ ট্রাই-অক্সাইড্ (SO_3) জলের সহিত মিলিত হইয়া সল্ফিউরিক্ য়্যাসিড্ (Sulphuric Acid) উৎপাদন করে।

"ইক্" শব্দান্ত দ্রাবকগুলি বেসের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল লবণ প্রস্তুত করে, তাহাদের অন্তে "এট্" (ate) শব্দ যোগ করা হয়, যেমন জিঙ্ক্ সল্ফেট্ (Zinc Sulphate); এস্থলে জিঙ্ক্ ধাতুর অক্সা-ইড্ সল্ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত মিলিত হইয়া এই লবণ উৎপাদন করে।

"অস্" শব্দান্ত দ্রাবকগুলি বেসের সহিত মিলিত হইলে যে সকল লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাদিগের অন্তে "আইট্" (ite) শব্দ যোগ করা যায়, যেমন পোটাসিয়ম্ নাইট্রাইট্ (Potassium Nitrite); এস্থলে পোটাসিয়ম্ ধাতুর অক্সাইড়ের সহিত নাইট্রস্ য়্যাসিডের মিলন উপস্থিত হইয়া এই লবণ উৎপন্ন হইয়া থাকে।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, ক্লোরেট্ অব্ পটাশে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে অক্সিজেন্ নির্গত হয়। ৩৯·১ ভাগ ওজনে পোটাসিয়ম্, ৩৫·৫ ভাগ ওজনে ক্লোরিন্ ও ৪৮ ভাগ ওজনে অক্সিজেন্ একত্রে সম্মিলিত হইয়া ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ উৎপন্ন হয়, এজন্য ইহার ফর্ম্মিউলা $KClO_3$। এই পদার্থে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে প্রথমতঃ অক্সিজেন্ কিয়ৎ পরিমাণে নির্গত হয়, পরে উত্তাপের আধিক্য হইলে সমস্ত অক্সিজেন্ই বহির্গত হইয়া যায়। যথা—

(১) $2KClO_3 = KClO_4 + KCl + O_2$

(২) $KClO_4 = KCl + O_4$

এই স্থলে দেখা যাইতেছে প্রথমতঃ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ বিশ্লিষ্ট হইয়া পার্ক্লো-রেট্ অব পটাশ, ক্লোরাইড্ অব্ পোটাসিয়ম্ ও অক্সিজেন্ উৎপাদন করে।

পরে অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে পার্ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ বিশ্লিষ্ট হইলে ক্লোরাইড্ অব্ পোটাসিয়ম্ ও অক্সিজেন্ উৎপন্ন হয়।

উপরোক্ত রাসায়নিক সমীকরণ সাহায্যে নির্দ্দিষ্ট ওজনের ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে কি পরিমাণ অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হওয়া যাইতে পারে তাহা সহজ অঙ্ক দ্বারা নির্ণয় করিতে পারা যায়। আমরা পূর্ব্বেই বলিয়াছি যে, পোটাসিয়ম্ ক্লোরেটের ফর্ম্মিউলা $KClO_3$ সুতরাং ইহার আণবিক গুরুত্ব ১২২·৬ (K=৩৯·১+Cl=৩৫·৫+O_3=৪৮) এবং উত্তাপ সংযোগে উহা হইতে সমস্ত অক্সিজেনই বহির্গত হইয়া যায়। যদি ১২২·৬ ভাগ ওজনের ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে ৪৮ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহা হইলে যে কোন নির্দ্দিষ্ট ওজনের ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে কত অক্সিজেন্ পাওয়া যাইবে, তাহা সহজে ত্রৈরাশিক দ্বারা নির্ণীত হইতে পারে।

অক্সিজেন্ বাষ্প প্রাণীদিগের জীবন ধারণের প্রধান উপায়। আমরা নিশ্বাসের সহিত বায়ুস্থিত অক্সিজেন্ বাষ্প গ্রহণ করিয়া থাকি; ইহা ফুস্ফুস্ মধ্যস্থ রক্তের সহিত মিশ্রিত হইয়া সমস্ত শরীরে পরিচালিত হয় এবং মৃদু দাহন-ক্রিয়া দ্বারা শরীরের উত্তাপ সংরক্ষণ করে। শরীরের অভ্যন্তরস্থ এই দাহন-ক্রিয়ার ফলস্বরূপ কার্ব্বনিক য়্যাসিড্ বাষ্প প্রভৃতি যে সকল দূষিত পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহার অধিকাংশ প্রশ্বাসের সহিত নির্গত হইয়া যায়। এইরূপে জীবগণের অবিরাম শ্বাস-ক্রিয়া দ্বারা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের লোপ এবং তৎপরিবর্ত্তে কার্ব্বনিক য়্যাসিড্ বাষ্পের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক হইবার সম্ভাবনা; এরূপ বায়ু জীবগণের জীবন-ধারণের পক্ষে সম্পূর্ণ অনুপযোগী। কিন্তু করুণাময় পরমেশ্বর অন্য এক আশ্চর্য্য কৌশল দ্বারা এই বিপৎপাতের সম্পূর্ণ নিরাকরণ করিয়াছেন। আমরা যেরূপ নিশ্বাসের সহিত বায়ু হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া থাকি, উদ্ভিদ্ জগৎও সেইরূপ বায়ু হইতে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করিয়া থাকে; পরে সূর্য্যালোক সাহায্যে উক্ত বাষ্প হইতে অঙ্গার পৃথক্ করিয়া শরীর পোষণের নিমিত্ত সঞ্চয় করিয়া রাখে এবং অক্সিজেন্ বাষ্প প্রশ্বাসের সহিত পরিত্যাগ করে। এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, উদ্ভিদ্

জগতের শ্বাস-ক্রিয়া জীবজগতের শ্বাস-ক্রিয়ার সম্পূর্ণ বিপরীত; জীবজগতে যাহা দূষিত বলিয়া পরিত্যক্ত হয়, উদ্ভিদ্-জগৎ তাহা নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করে এবং উদ্ভিদ্-জগৎ যাহা অনাবশ্যক বলিয়া পরিত্যাগ করে, জীবজগৎ দ্বারা তাহাই নিশ্বাসরূপে গৃহীত হয়। এইরূপে উদ্ভিদ্ ও জীব-জগতের বিপরীত কার্য্য দ্বারা বায়ু সর্ব্বদা স্বাভাবিক অবস্থায় থাকিয়া আমাদিগের জীবনধারণোপযোগী হইয়া থাকে।

সম্প্রতি অক্সিজেন্ ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইতেছে। ফুস্ফুস্-প্রদাহ (Pneumonia) প্রভৃতি কতিপয় রোগে ফুস্ফুস্ স্বকার্য্যে অপটু হয় বলিয়া শ্বাস-ক্রিয়ার প্রতিবন্ধকতা উপস্থিত হয়, একারণ অক্সিজেন্ উত্তমরূপে রক্তের সহিত মিশ্রিত হইতে পারে না। সুতরাং দূষিত রক্ত সঞ্চালনের ফল-স্বরূপ শ্বাসরোধে মৃত্যু ঘটিয়া থাকে। এরূপ স্থলে বিশুদ্ধ অক্সিজেন্ বাষ্প নল দ্বারা ফুস্ফুসের মধ্যে প্রবেশ করাইলে রক্ত শোধন করতঃ অনেক রোগীর জীবন ধারণের উপায়স্বরূপ হইয়া থাকে।

ওজোন্ (Ozone)

ইহা অক্সিজেনের একটী ভিন্ন রূপ মাত্র। ওজোন্ ঘন অক্সিজেন্ ব্যতীত আর কিছুই নহে। ৩ ভাগ অক্সিজেন্ ঘনত্ব প্রাপ্ত হইয়া ২ ভাগ ওজোন্ প্রস্তুত করে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—১ম। বায়ু বা অক্সিজেন্ বাষ্প মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ সঞ্চালিত করিলে অক্সিজেন্ ঘনত্ব প্রাপ্ত হয় এবং উহার কিয়দংশ ওজোনে পরিণত হয়।

২য়। ফস্ফরাস্ বায়ু মধ্যে অনাবৃত অবস্থায় রাখিলে ওজোন্ প্রস্তুত হয়।

৩৮শ পরীক্ষা।—একটী আয়তমুখ বড় কাচের বোতলের মধ্যে অল্প জল রাখিয়া তন্মধ্যে একখণ্ড ফস্ফরাস্ এরূপ ভাবে স্থাপন কর যে উহার অল্পাংশ মাত্র জলের উপরিভাগে অবস্থিতি করে। পরে একটী কাচের ছিপি দ্বারা বোতলের মুখ বন্ধ করিয়া দাও; ১০ বা ১৫ মিনিট পরে একখণ্ড কাগজ শ্বেতসার ও আইওডাইড্ অব্

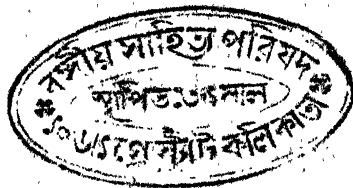
পোটাসিয়মের মিশ্র দ্রাবণে সিক্ত করিয়া তন্মধ্যে নিমজ্জিত কর। কাগজখানি নীলবর্ণ হইয়া যাইবে। ইহা দ্বারা বুঝা যায় যে বোতলের মধ্যে ওজোন্ প্রস্তুত হইয়াছে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ওজোন্ বর্ণহীন, অদৃশ্য বায়বীয় পদার্থ। ইহার এক প্রকার গন্ধ আছে। তাড়িত-যন্ত্র পরিচালনের সময় এই গন্ধ অনুভূত হইয়া থাকে। এই বাষ্প অক্সিজেন্ অপেক্ষা ১·৫ গুণ ভারী। সমধিক চাপ ও শৈত্য সংযোগে ইহা তরলাবস্থায় আনীত হইয়াছে। অঙ্গারক পদার্থের সহিত একত্রিত হইলে ইহা স্ব-রূপ পরিত্যাগ করে, এজন্য বহু জনাকীর্ণ নগরের অঙ্গারক পদার্থ মিশ্রিত বায়ুমধ্যে ওজোনের অস্তিত্ব দেখিতে পাওয়া যায় না। কেহ কেহ বলেন যে, ওজোন্ ম্যালেরিয়া ও কলেরার বীজ-নাশক। এ

স্বরূপ নিরূপণ।—১। একখণ্ড কাগজ পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ ও শ্বেত-সারের মিশ্র দ্রাবণে সিক্ত করিয়া ওজোন্ বাষ্প মধ্যে রাখিলে নীলবর্ণ হইয়া যায়। এ পরীক্ষাটী একেবারে ভ্রমশূন্য নহে; নাইট্রস্ অক্সাইড্, হাইড্রোজেন্ পার্-অক্সাইড্ প্রভৃতি কয়েকটী বাষ্পও এইরূপ প্রতি-ক্রিয়া প্রদর্শন করে।

২। লোহিতোত্তপ্ত কাচনলের মধ্যে ওজোন্ প্রবেশ করাইলে উহা অক্সিজেন্ বাষ্পে পরিণত হয়। নাইট্রস্ অক্সাইড্ প্রভৃতি উপরোক্ত কয়েকটী বাষ্পে এরূপ পরিবর্ত্তন লক্ষিত হয় না, সুতরাং ইহাই ওজনের উৎকৃষ্ট পরীক্ষা।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

—o—

বায়ু-মণ্ডল (Atmosphere)

পৃথিবী বায়ু-মণ্ডল দ্বারা পরিবেষ্টিত হইয়া আছে। ভূতল হইতে ৪৫ মাইল ঊর্দ্ধ পর্য্যন্ত বায়ু-মণ্ডল বিস্তৃত; তদুপরি বায়ু এত তরল যে, উহার অস্তিত্ব অনুভব করিতে পারা যায় না।

বায়ু অদৃশ্য পদার্থ—সঞ্চালিত হইলে স্পর্শেন্দ্রিয় দ্বারা আমরা উহার অস্তিত্ব অনুভব করিতে পারি। ইহা গন্ধ ও বর্ণহীন, এবং অদৃশ্য হইলেও ইহার কিঞ্চিৎ ভার আছে।

৩৯শ পরীক্ষা।—পিত্তলের ষ্টপ্ কক্ (Stop Cock) যুক্ত কূপীর আকারের একটী কাচপাত্র বায়ু-নির্য্যাণ যন্ত্র (Air-Pump) দ্বারা বায়ুশূন্য করতঃ ওজন করিয়া ষ্টপ্ ককটি খুলিয়া দাও; বায়ু সশব্দে তন্মধ্যে প্রবিষ্ট হইবে এবং কাচপাত্রের ওজন পূর্ব্বাপেক্ষা অধিক হইবে। কাচপাত্র মধ্যে যে বায়ু প্রবিষ্ট হইয়াছে, তাহাই এই অতিরিক্ত ভারের কারণ।

বায়বীয় পদার্থ মাত্রেই স্থিতিস্থাপক অর্থাৎ পেষণে সঙ্কুচিত হয় কিন্তু চাপ অপসৃত হইলেই উহা পূর্ব্বায়তন প্রাপ্ত হয়। বায়ু এই সাধারণ প্রাকৃতিক নিয়মের বহির্ভূত নহে।

বায়ুর ভার আছে বলিয়া বায়ু-মণ্ডলের নিম্ন-স্তরসমূহ উপরের স্তর দ্বারা পেষণ হেতু অধিকতর ঘন, সুতরাং অধিক ভারী। এই ৪৫ মাইল বিস্তৃত বায়ু-মণ্ডলের ভার পৃথিবীস্থ চেতন, অচেতন প্রভৃতি সকল পদার্থই সমভাবে বহন করিতেছে। এই ভার নিতান্ত অল্প নহে, পদার্থের প্রতি বর্গ ইঞ্চির উপর ১৫ পাউণ্ড বা সাঁড়ে সাত সের বায়ুভার চাপান রহিয়াছে। একটী মনুষ্যদেহের বিস্তৃতি প্রায় ২৩০৪ বর্গ ইঞ্চি, সুতরাং প্রতি মনুষ্য একটী অসম্ভব ভার (প্রায় ৪৭০ মণ) নিয়ত বহন করিতেছেন এক্ষণে সহজেই প্রশ্ন হইতে পারে যে আমরা এত গুরু ভার

বহন করিয়াও অনুভব করিতে পারি না কেন? ইহার কারণ এই যে বায়ু-চাপ পদার্থের চতুর্দ্দিকে সমভাবে নিপতিত থাকে সুতরাং এক দিকের গুরু ভার অন্যদিকের গুরুভার দ্বারা প্রত্যাহত হয় বলিয়া আমরা এই বিষম গুরু ভার একেবারেই অনুভব করিতে পারি না।

কিরূপ গুরুতর ভার পদার্থ মাত্রেরই উপর ন্যস্ত রহিয়াছে, তাহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা সুন্দররূপে প্রমাণিত হয়।

৪০শ পরীক্ষা।—দুই মুখ খোলা একটী আয়ত কাচনলের একমুখে একখানি রবারের চাদর সূত্র দ্বারা দৃঢ়রূপে বদ্ধ কর, পরে খোলা মুখের চতুর্দ্দিকে মোম লাগাইয়া বায়ু-নিষ্কাশণ যন্ত্রের ছিদ্রের উপর উত্তমরূপে আঁটিয়া বসাইয়া দাও। যন্ত্রটী চালাইলে নল হইতে বায়ু ক্রমশঃ নিষ্কাশিত হইতে থাকিবে সুতরাং বহিঃস্থ বায়ুরাশির অপ্রতিহত চাপ রবারের আবরণের উপর পতিত হইলে উহা পেষিত হইয়া নলের অভ্যন্তরে প্রবেশ করিবে; পরে বায়ু-চাপের অতিশয় আধিক্য হইলে রবারের আবরণটী সশব্দে কাটিয়া যাইবে।

বায়ু-চাপ যে যন্ত্র দ্বারা পরিমিত হয়, তাহাকে বায়ু-মান (Barometer) কহে। ইহা অতি সহজ উপায়ে নির্ম্মিত হইয়া থাকে। পার্শ্বে এই যন্ত্রের একটী চিত্র প্রদর্শিত হইল।

৪১ পরীক্ষা—৩৩ ইঞ্চি লম্বা এক মুখ খোলা একটী কাচনল (ক) পারদ দ্বারা পূর্ণ করতঃ খোলা মুখ বৃদ্ধাঙ্গুলির দ্বারা উত্তমরূপে বদ্ধ করিয়া উহা একটী পারদপূর্ণ আয়ত পাত্রের (খ) মধ্যে নিম্নমুখে স্থাপন কর। এরূপে স্থাপিত হইলে নলের অভ্যন্তরস্থিত পারদ কিয়-দংশ নামিয়া একস্থানে স্থায়ী হইয়া রহিবে। এক্ষণে আয়ত পাত্রস্থিত পারদের উপরিভাগ হইতে এই স্থান পরিমাণ করিলে দেখিবে যে উহার দূরত্ব ৩০ ইঞ্চি বা ৭৬০ মিলিমিটার্।

পারদের মধ্যে নিম্নমুখে স্থাপিত এই নলটী বায়ুমান নামে পরি-চিত। নলের অভ্যন্তরস্থিত পারদের উচ্চতার ন্যূনাধিক্য দেখিয়া বায়ু-চাপ নির্ণীত হইয়া থাকে।

৩২শ চিত্র।

এই পরীক্ষা দ্বারা বুঝা যায় যে আয়তপাত্রস্থ পারদের উপর বায়ু-চাপ এত পেষণ করে যে তদ্দারা পারদ নলের মধ্যে ৩০ ইঞ্চি ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া স্থিরভাবে থাকে। পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে প্রতি

বর্গ ইঞ্চি পরিমিত স্থানে ১৫ পাউণ্ড বায়ু-চাপ ন্যস্ত আছে। যদি বায়ু-চাপ পূর্ব্ব-পরীক্ষা-নির্দ্দিষ্ট আয়ত পাত্রস্থ পারদের উপর প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে ১৫ পাউণ্ডের অধিক হয়, তাহা হইলে পারদ নলের মধ্যে ৩০ ইঞ্চির উপরে উঠিবে কিন্তু বায়ু-চাপ ন্যূন হইলে পারদ ৩০ ইঞ্চির নীচে নামিয়া পড়িবে।

৪২শ পরীক্ষা।—একটী বায়ু-মান যন্ত্র বায়ু-নির্য্যাখ যন্ত্রের উপর রাখিয়া লম্বমান কাচপাত্র দ্বারা এরূপে আচ্ছাদিত কর যে, বহিঃস্থ বায়ু কোন মতে তন্মধ্যে প্রবেশ করিতে না পারে। এক্ষণে কাচপাত্র মধ্য হইতে বায়ু নিষ্কাশিত করিয়া লইলে পারদ নলের মধ্যে ক্রমশঃ নামিয়া আসিবে।

ইহার কারণ এই যে, কাচপাত্রস্থ বায়ু যত নিষ্কাশিত হয়, পাত্র মধ্যে বায়ু-চাপের ততই হ্রাস হয়। সুতরাং পারদ নলের মধ্যে ৩০ ইঞ্চি ঊর্দ্ধে থাকিতে পারে না—ক্রমশঃ নামিয়া পড়ে।

কোন নির্দ্দিষ্ট স্থানে বায়ু-চাপ ন্যূন হইলে ন্যূনতার প্রভেদে প্রবল বাত্যা হইতে ভীষণ ঝটিকা পর্য্যন্ত উত্থিত হয়। বায়ুমান দ্বারা উক্ত স্থলের বায়ু-চাপ নির্ণয় করিয়া ঝড়, বৃষ্টি প্রভৃতির গণনা হইয়া থাকে।

পৃথিবীতে যত গুলি বায়বীয় পদার্থ আছে, বায়ু-চাপের অল্পতা বা আধিক্য হেতু তাহারা আয়তনে প্রসারিত বা সঙ্কুচিত হইয়া থাকে। সহজ বায়ু-চাপে কোন বায়বীয় পদার্থ যে স্থান অধিকার করে, অধিক বায়ু-চাপে সঙ্কুচিত হইয়া তদপেক্ষা অল্প স্থান এবং ন্যূন বায়ু-চাপে তদপেক্ষা অধিক স্থান অধিকার করিয়া থাকে।

তাপ সংযোগে বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ ও শৈত্য সংযোগে সঙ্কোচন হয়, তাহা পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে।

সুতরাং দেখা যাইতেছে যে অধিক তাপ ও অল্প বায়ু-চাপ সংযোগে বায়বীয় পদার্থ সমধিক প্রসারিত এবং শৈত্য ও অধিক বায়ু-চাপ সংযোগে সমধিক সঙ্কুচিত হইয়া থাকে।

অতএব কোন বায়বীয় পদার্থের ওজন অপর বায়বীয় পদার্থের ওজনের সহিত তুলনা করিতে হইলে উভয়কেই এক তাপ-মাত্রা ও এক বায়ু-চাপ-ভুক্ত করিয়া ওজন করিতে হয়। সহজ বায়ু-চাপে ও 0°C তাপ-

মাত্রায় ১ লিটার্ স্থান যে পরিমাণ বায়ু দ্বারা অধিকৃত হয়, 0°C অপেক্ষা অধিক তাপ-মাত্রা ও সহজ বায়ু-চাপ অপেক্ষা অল্প বায়ু-চাপে প্রসারণ হেতু উহা অপেক্ষা অল্প পরিমাণ সুতরাং অল্প ওজনের বায়ুদ্বারা ১ লিটার্ স্থান অধিকৃত হইবে। এইজন্য যখনই দুইটী বায়বীয় পদার্থের ওজনের তুলনা করিতে হয়, তখনই দুই পদার্থকেই একই তাপ-মাত্রা ও একই বায়ু-চাপে সমআয়তনব্যাপী করিয়া ওজন করিতে হইবে। বায়বীয় পদার্থদিগের ওজনের তুলনা করিতে হইলে অর্থাৎ একটী অপরটী অপেক্ষা কত ভারী বা লঘু স্থির করিতে হইলে সকলকেই 0°C তাপ-মাত্রা ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ ভুক্ত করিয়া ওজন করিতে হয়।

ইতি পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে 0°C ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপে এক লিটার্ হাইড্রোজেনের ওজন ·০৮৯৬ গ্র্যাম্। অক্সিজেন্ হাইড্রোজেন্ অপেক্ষা কত ভারী নিরূপণ করিতে হইলে উহাকে 0°C ও সহজ বায়ু-চাপ-ভুক্ত করিয়া উহার ১ লিটারের ওজন কত হয় দেখিতে হইবে। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে এইরূপ এক লিটার্ অক্সিজেনের ওজন ১·৪২৯৮ গ্র্যাম্ অর্থাৎ উহা হাইড্রোজেন্ অপেক্ষা ১৬ গুণ ভারী (১.৪২৯৮ ÷ ১৬ = .০৮৯৬)। এই রূপে মূল ও যৌগিক পদার্থ সমূহের ওজন হাইড্রোজেনের ওজনের সহিত তুলনা করিয়া নির্দ্দিষ্ট হইয়াছে।

রাসায়নিক পরীক্ষা, শিল্প ও অন্যান্য কার্য্যের নিমিত্ত অক্সিজেন্, হাইড্রোজেন্ প্রভৃতি বায়বীয় পদার্থ সর্ব্বদা প্রস্তুত করিবার প্রয়োজন হয়। যে সকল পদার্থ হইতে এই সকল বায়বীয় পদার্থ উৎপন্ন হইয়া থাকে, তাহাদিগকে কি পরিমাণে ব্যবহার করিলে আবশ্যক মত অক্সিজেন্ বা হাইড্রোজেন্ প্রাপ্ত হইতে পারি, তাহা প্রথমে অঙ্ক কসিয়া নির্দ্ধারণ করা উচিত। মনে কর, ১৫°C তাপ-মাত্রা ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত অক্সিজেন্ দ্বারা ১০ লিটার্ আয়তন বিশিষ্ট একটী গ্যাস্ব্যাগ পূর্ণ করিতে হইবে, কত ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ব্যবহার করিলে আমরা ঐ পরিমাণ অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হইব? আমরা জানি যে ১২২.৬ গ্র্যাম্ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ দগ্ধ করিলে ৪৮ গ্র্যাম্ অক্সিজেন্ প্রাপ্ত হওয়া যায় এবং 0°C ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপে ১০ লিটার্ অক্সিজেনের ওজন ১৪.২৯৮ গ্র্যাম্। এক্ষণে দেখিতে হইবে যে ১৫°C তাপ-

মাত্রা ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত ১০ লিটার্ অক্সিজেন্ 0°C ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপে ওজনে কত হইবে। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে ২৭৩ আয়তন যে কোন বায়বীয় পদার্থ ১°C তাপ-মাত্রার বৃদ্ধিতে ২৭৪ আয়তন হয় (১৭ পৃষ্ঠা দেখ), সুতরাং ২৭৩ আয়তন অক্সিজেন্ ১৫°C এ ২৭৩+১৫=২৮৮ আয়তন হইবে। বায়ু-চাপ কম হইলে বায়বীয় পদার্থের আয়তনের বৃদ্ধি সাধিত হয়, সুতরাং ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপে অক্সিজেনের যে আয়তন থাকে, ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত হইলে উহার আয়তন তদপেক্ষা অধিক হয়, অতএব বহুরাশিক অঙ্ক দ্বারা আমরা ১০ লিটার্ অক্সিজেন্ ১৫°C ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত হইলে আয়তনে কত হইবে তাহা সহজেই নিরূপণ করিতে পারি। যথা :—

$$\left.\begin{array}{l} ২৮৮ : ২৭৩ \\ ৭৬০ : ৭৫২ \end{array}\right\} :: ১০ : ক$$

∴ ক=৯·৩৮ লিটার্ অক্সিজেন্।

অতএব ১০ লিটার্ অক্সিজেন্ 0°C ও ৭৬০ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত হইলে উহার ওজন যদি ১৪·২৯৮ গ্র্যাম্ হয়, তাহা হইলে ১৫°C ও ৭৫২ মিলিমিটার্ ভুক্ত ১০ লিটার্ (অর্থাৎ ৯.৩৮ লিটার্) অক্সিজেনের কত ওজন হইবে— নিশ্চয়ই কম ওজন হইবে, যথা—

১০ : ৯·৩৮ :: ১৪·২৯৮ : ক

∴ ক=১৩·৪১ গ্র্যাম্।

এক্ষণে দেখিতে হইবে যে ১৩·৪১ গ্র্যাম্ অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিতে হইলে কত ক্লোরেট্ অব্ পটাশের প্রয়োজন হয়; যদি ৪৮ ভাগ অক্সিজেন্ ১২২·৬ ভাগ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায়, তাহা হইলে ১৩·৪১ গ্র্যাম্ অক্সিজেন্ কত ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ হইতে উৎপন্ন হইবে ?

৪৮ : ১৩·৪১ :: ১২২·৬ : ক

∴ ক=৩৪·২৫২ গ্র্যাম্ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্।

অতএব ৩৪·২৫২ গ্র্যাম্ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ দগ্ধ করিলে আমরা ১০ লিটার্ আয়তন বিশিষ্ট একটী গ্যাস্ ব্যাগ্ ১৫°C ও ৭৫২ মিলিমিটার্ বায়ু-চাপ-ভুক্ত অক্সিজেনের দ্বারা পূর্ণ করিতে পারি।

এই প্রণালী দ্বারা আমরা তাপ-মাত্রা ও বায়ু-চাপ ভেদে যে কোন বায়বীয় পদার্থের আয়তনের যে পরিবর্ত্তন সাধিত হয় তাহা নির্ণয় করিতে পারি।

বায়ু মিশ্র-পদার্থ—বায়ু অক্সিজেন্ ও নাইট্রোজেনের মিশ্রণে উৎপন্ন, ইহা রাসায়নিক যৌগিক নহে; নিম্নলিখিত ৩টী কারণ দ্বারা ইহা প্রমাণিত হয়।

১। যখনই দুইটী বায়বীয় পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক মিলন উপস্থিত হয়, তখনই উত্তাপ উদ্ভূত হয় এবং উৎপন্ন পদার্থের আয়তন উৎপাদক পদার্থ দিগের আয়তন হইতে বিভিন্ন হইয়া থাকে। বায়ুমধ্যে যে পরিমাণ অক্সি-জেন ও নাইট্রোজেন্ আছে, যদি আমরা সেই পরিমাণে এই দুই বাষ্পকে কোন পাত্রমধ্যে মিশ্রিত করি, তাহা হইলে উক্ত মিশ্র-বাষ্প সর্ব্বথা বায়ুর ন্যায় কার্য্য করিলেও এরূপ মিশ্রণে উত্তাপ উৎপন্ন বা এতদুভয় পদার্থের আয়তনের কোন পরিবর্ত্তন সংসাধিত হয় না। বায়ু রাসায়নিক যৌগিক হইলে এরূপ ব্যতিক্রম কখনই লক্ষিত হইত না।

২। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে একটী পদার্থ অপর একটী পদার্থের সহিত মিলিত হইলে পারমাণবিক গুরুত্ব সংখ্যার অনুপাত অনুসারে উভয়ের মিলন সংঘটিত হইয়া থাকে, অন্য কোন পরিমাণে উভয়ের মধ্যে মিলন সম্ভবে না। কিন্তু বায়ু মধ্যে অক্সিজেন্ ও নাইট্রোজেন্ যে পরিমাণে অবস্থিতি করে, তাহা উহাদিগের পারমাণবিক গুরুত্ব সংখ্যার অনুপাত অনুসারে নহে—এজন্য বায়ু কখনই রাসায়নিক যৌগিক হইতে পারে না।

৩। রাসায়নিক যৌগিক যে স্থানে যে অবস্থায় থাকুক না কেন, বিশ্লেষণ করিয়া দেখিলে উহার উপাদান সমূহের পরিমাণের কোন প্রভেদ দৃষ্ট হয় না, উপাদানগুলি যে পরিমাণে মিলিত হইয়া যৌগিক প্রস্তুত করে, কোন কারণেই তাহার ব্যতিক্রম দৃষ্ট হয় না; কিন্তু বায়ুর মধ্যে অক্সিজেন্ ও নাইট্রোজেনের পরিমাণ সর্ব্বথা একরূপ থাকে না; অবস্থাভেদে উক্ত পরি-মাণের গুরুতর পার্থক্য লক্ষিত হয়। বায়ু রাসায়নিক যৌগিক হইলে এরূপ প্রভেদ কখনই লক্ষিত হইত না।

পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হইয়াছে যে, প্রতি ১০০ আয়তন বায়ুতে ৭৯ আয়-তন নাইট্রোজেন্ ও ২১ আয়তন অক্সিজেন্ এবং প্রতি ১০০ ভাগ ওজনের বায়ুতে

৭৭ ভাগ ওজনের নাইট্রোজেন্ ও ২৩ ভাগ ওজনের অক্সিজেন্ বিদ্যমান থাকে। বাহুল্য ভয়ে সে সকল পরীক্ষা এস্থলে বর্ণিত হইল না।

নাইট্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ ব্যতীত অপর কয়েকটী পদার্থ বায়ুমধ্যে অল্প পরিমাণে মিশ্রিত থাকিতে দেখা যায়; কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্, জলবাষ্প ও য়্যামোনিয়া তাহাদিগের মধ্যে প্রধান।

প্রতি ১০,০০০ আয়তনের বায়ুতে প্রায় ৪ আয়তন কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বিদ্যমান থাকে। বাসগৃহ, বিদ্যালয়, সভাস্থল প্রভৃতি যে সকল স্থানে বহু লোকের সমাগম হয়, তত্তৎস্থলে বায়ুতে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিডের পরিমাণ অধিক থাকে। একারণ এ সকল স্থানে বায়ু গমনাগমনের সুবন্দোবস্ত থাকা কর্ত্তব্য, নতুবা কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বায়ুমধ্যে এককালে অধিক জমিয়া শ্বাসক্রিয়ার ব্যাঘাত উৎপাদন করে।

জলবাষ্প ভিন্ন ভিন্ন স্থানের বায়ুতে ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ভিন্ন পরিমাণে অবস্থিতি করে। ইতিপূর্ব্বে আমরা এ বিষয়ের আলোচনা করিয়াছি, সুতরাং এ স্থলে তাহার পুনরুল্লেখ নিষ্প্রয়োজন।

য়্যামোনিয়া বাষ্প অতি সামান্য পরিমাণে বায়ুমধ্যে অবস্থিতি করে, দশ লক্ষ ভাগ বায়ুতে ১ ভাগের অধিক য়্যামোনিয়া থাকে না। উদ্ভিদ-জগৎ শরীর পোষণের নিমিত্ত বায়ুস্থিত য়্যামোনিয়া হইতে নাইট্রোজেন্ আহার্য্যরূপে গ্রহণ করে।

এতদ্ব্যতীত অঙ্গারক পদার্থ অল্পাধিক পরিমাণে বায়ুমধ্যে অবস্থিতি করে। আমরা প্রশ্বাসের সহিত সর্ব্বদা স্বল্প পরিমাণে অঙ্গারক পদার্থ বায়ুমধ্যে পরিত্যাগ করিয়া থাকি। বাহিরের বিশুদ্ধ বায়ু সেবন করিয়া বহুলোকসমাশ্রিত গৃহমধ্যে প্রবেশ করিলে এক প্রকার দুর্গন্ধ অনুভব করি। বহুলোকের প্রশ্বাসত্যক্ত অঙ্গারক পদার্থ বায়ুমধ্যে থাকিয়া এইরূপ দুর্গন্ধ উৎপাদন করে। ইহা স্বাস্থ্যের পক্ষে বিশেষ অনিষ্টকারী। গৃহমধ্যে বায়ু সঞ্চালনের প্রশস্ত পথ থাকিলে এই পদার্থ বায়ুমধ্যে এককালে অধিক পরিমাণে জমিতে পারে না। জলাস্থানে উদ্ভিজ্জ পদার্থ পচিলে পর উহা হইতে উদ্বেয় (Volatile) অঙ্গারক পদার্থ বায়ুমধ্যে অদৃশ্যভাবে অবস্থিতি করে; এই পদার্থ নিশ্বাসের সহিত বারম্বার গ্রহণ করিলে ম্যালেরিয়া জ্বরে আক্রান্ত হইতে হয়।

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

---o---

নাইট্রোজেন্ (Nitrogen)

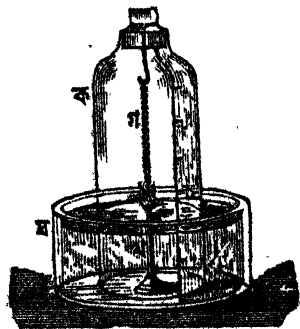
সাঙ্কেতিক চিহ্ন N, পারমাণবিক গুরুত্ব ১৪.০১।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে ৫ ভাগ বায়ু মধ্যে চারিভাগ নাইট্রোজেন্ ও এক ভাগ অক্সিজেন্ আছে এবং এই দুই পদার্থ বায়ু-মধ্যে কেবল মাত্র মিশ্রিত হইয়া থাকে।

নাইট্রোজেন্ উদ্ভিদ্ ও জীব দেহে অন্যান্য মূল পদার্থের সহিত মিলিত হইয়া নানাবিধ যৌগিকের আকারে অবস্থিতি করে; সোরা প্রভৃতি নাইট্রোজেন্-যুক্ত লবণ স্থল বিশেষে প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। নাইট্রোজেন্ য়্যামোনিয়া বাষ্পের একটী উপাদান।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—১ম। রুদ্ধ বায়ুমধ্যে ফস্ফরাস্ জ্বালাইলে উহা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং নাইট্রোজেন্ বাষ্প অবশিষ্ট রহিয়া যায়।

৩৩শ চিত্র।

৪৩শ পরীক্ষা।—ক্ষুদ্র পোর্সিলেন্ পাত্রের (খ) উপর একখণ্ড ফস্ফরাস্ রাখিয়া উহা একটী জলপূর্ণ আয়ত-পাত্রের (য) উপর স্থাপিত কর; পরে সমান ছয় ভাগে বিভক্ত দুই মুখ খোলা গ্লোভের আকারের একটী কাচপাত্র (ক) উক্ত পোর্সিলেন্ পাত্রকে আচ্ছাদিত করিয়া এরূপে স্থাপন কর যে, পাত্রের একাংশ মাত্র জল দ্বারা পূর্ণ হইয়া রহে। পাত্রের উপরের মুখে একটী ছিপি সংলগ্ন থাকে এবং ছিপির তলদেশে একটী পিত্তলের শিকল (গ) এরূপ ভাবে লম্বমান থাকে যে, উহার প্রান্তভাগ ফস্ফরাস্ খণ্ড স্পর্শ করিতে পারে। ছিপিটী খুলিয়া পিত্তলের শিকল দীপালোকে উত্তপ্ত করতঃ ফস্ফরাস্ খণ্ডকে স্পর্শ করিয়া ছিপিটী দৃঢ়রূপে আঁটিয়া

যাও। উত্তাপ সংস্পর্শে ফস্‌ফরাস্ খণ্ড জ্বলিয়া উঠিবে এবং কাচপাত্র শ্বেতবর্ণ ধূমদ্বারা পরিপূর্ণ হইবে। পাত্রটী শীতল হইলে দেখা যায় যে জল উঠিয়া পাত্রের অপর একাংশ (চ) অধিকার করিয়াছে এবং অবশিষ্ট চারি অংশ শূন্য রহিয়াছে।

ফস্‌ফরাস্ ও অক্সিজেনের মিলনে এই শ্বেতবর্ণ ধূমাকার পদার্থ উৎপন্ন হয়, ইহাকে ফস্‌ফরাস্ ট্রাই-অক্সাইড্ (Phosphorus Tri-Oxide, P_2O_3) কহে। ইহা জলে দ্রবণীয়, সুতরাং অল্পক্ষণ মধ্যে পাত্রস্থিত জলের সহিত মিলিত হইয়া জলমিশ্রিত ফস্‌ফরাস্ য়্যাসিড্ রূপে অবস্থিতি করে। যে অদৃশ্য বাষ্প এই চারি অংশ অধিকার করিয়া থাকে, পরীক্ষা করিলে উহা নাইট্রোজেন্ বলিয়া জানা যায়। এই পরীক্ষা দ্বারা ইহাও প্রমাণিত হয় যে, বায়ুমধ্যে ৪ আয়তন নাইট্রোজেন্ ও ১ আয়তন অক্সিজেন্ আছে।

২য়। লোহিতোত্তপ্ত তাম্রপাত বায়ুর সহিত একত্রিত হইলে বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় এবং নাইট্রোজেন্‌কে মুক্ত করিয়া দেয়। একটী লম্বমান কাচনলের মধ্যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র তাম্রপাত রাখিয়া গ্যাস্ বাতি সাহায্যে লোহিতোত্তপ্ত করতঃ তন্মধ্যে বায়ু প্রবেশ করাইলে নলের অপর মুখ দিয়া নাইট্রোজেন্ বাষ্প বহির্গত হইতে থাকে এবং তাম্র ও অক্সিজেনের মিলনে নলের মধ্যে কৃষ্ণবর্ণ কিউপ্রিক্ অক্সাইড্ (Cupric Oxide, CuO) নামক যৌগিক অবস্থিতি করে। একটী নিম্নমুখ জলপূর্ণ পাত্র মধ্যে কাচনল হইতে নির্গত নাইট্রোজেন্ বাষ্পকে সঞ্চয় করা যায়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—নাইট্রোজেন্ বায়বীয় পদার্থ, ইহা বর্ণ, স্বাদ ও গন্ধ বিহীন এবং বায়ু অপেক্ষা লঘু। বোরণ্, সিলিকন্ প্রভৃতি কয়েকটী মূল পদার্থ ব্যতীত অপর কোন মূল পদার্থের সহিত সহজে ইহার রাসায়নিক সম্মিলন ঘটে না। ইহা অক্সিজেনের ন্যায় দাহনকার্য্য বা জীবন ধারণের পক্ষে উপযোগী নহে, এবং নিজেও দাহ্য নহে।

৬৪শ পরীক্ষা।—নাইট্রোজেন্ পূর্ণ বোতল মধ্যে একটী জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও। বাতিটী নির্ব্বাপিত হইবে অথচ বাষ্পটীও জ্বলিয়া উঠিবে না।

নাইট্রোজেন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া য়্যামোনিয়া (Ammonia, NH_3) নামক একটী উগ্রগন্ধযুক্ত ক্ষার-ধর্ম্ম-বিশিষ্ট বায়বীয় পদার্থ প্রস্তুত করে। নাইট্রোজেন্ আইওডাইড্, নাইট্রোজেন্ ক্লোরাইড্, নাইট্রো-গ্লিসেরিন্

(Nitro-glycerine), ফল্‌মিনেট্ (Fulminate) প্রভৃতি কতিপয় নাইট্রোজেন্ যুক্ত যৌগিক স্ফোটনশীল, এজন্য এই সকল পদার্থ অতি সাবধানের সহিত ব্যবহার করা কর্ত্তব্য। ইহাদিগের অকস্মাৎ স্ফোটনে ভয়ঙ্কর দুর্ঘটনা ঘটিয়াছে।

নাইট্রোজেন্, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ (Nitric Acid, HNO_3) নামক একটী দ্রাবক প্রস্তুত করে।

অত্যধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে বায়বীয় নাইট্রোজেন্ তরলাবস্থায় আনীত হইয়াছে।

আর্গন্।—সম্প্রতি লর্ড্ র‍্যালে ও অধ্যাপক র‍্যাম্‌জে বায়ুস্থিত নাইট্রোজেন্ হইতে এই নূতন মূল পদার্থটী আবিষ্কার করিয়াছেন। ইহার প্রকৃতি ও ধর্ম্ম সম্বন্ধে অধুনা গবেষণা চলিতেছে।

য়্যামোনিয়া (Ammonia)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন NH_3, আণবিক গুরুত্ব ১৭।

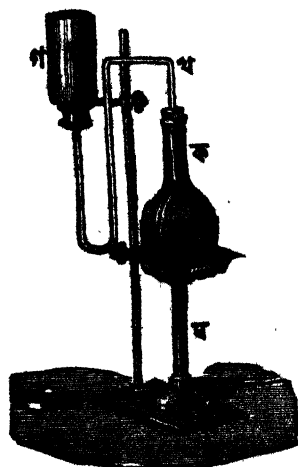
নাইট্রোজেনের সহিত হাইড্রোজেন্ মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত হয় তন্মধ্যে য়্যামোনিয়া সর্ব্ব প্রধান। নাইট্রোজেন্‌যুক্ত জান্তব বা উদ্ভিজ্জ পদার্থ পচিলে য়্যামোনিয়া বাষ্প উৎপন্ন হয়। যে সকল অঙ্গারক পদার্থের মধ্যে নাইট্রোজেন্, হাইড্রোজেন্ ও অক্সিজেন্ থাকে তাহাদিগকে একটী রুদ্ধ পাত্রে (যাহার ভিতর বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে) রাখিয়া উত্তপ্ত করিলে নাইট্রোজেন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া য়্যামোনিয়া বাষ্প উৎপাদন করে। শৃঙ্গ, খুর, চর্ম্ম, কেশ, প্রভৃতি অধিকাংশ জান্তব পদার্থ হইতে উপরোক্ত প্রণালী অনুসারে য়্যামোনিয়া নির্গত হইয়া থাকে। এই প্রক্রিয়াকে ইংরাজীতে ডেষ্ট্রক্‌টিভ্ ডিষ্টিলেশন্ (Destructive distillation) কহে। কার্ব্বন্, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ ঘটিত অঙ্গারক পদার্থ এইরূপে পরিক্রুত হইলে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প ও জল উৎপন্ন হয়।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—পাথরিয়া কয়লা চোয়াইলে কোল গ্যাস্ (Coal gas) ও অন্যান্য উৎপন্ন পদার্থের সহিত য়্যামোনিয়া বাষ্প প্রচুর পরিমাণে

নির্গত হয়—উক্ত বাষ্প জলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া য়্যামোনিয়ার দ্রাবণ (Ammoniacal liquor) রূপে অবস্থিতি করে। উহার সহিত হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত করিয়া শুষ্ক করিলে ক্লোরাইড্ অব্ য়্যামোনিয়া (নিশাদল) নামক য়্যামোনিয়ার যৌগিক প্রস্তুত হয়। নিশাদলের সহিত সোডা, কলিচুণ বা অন্য কোন ক্ষার পদার্থ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে য়্যামোনিয়া বাষ্প নির্গত হয়; যথা—

$$2NH_4Cl + CaO = CaCl_2 + 2NH_3 + H_2O$$

নিশাদল চুণ ক্যাল্সিয়ম্ ক্লোরাইড্ য়্যামোনিয়া জল।

৪৫শ পরীক্ষা।—একটী কাচকুপীর (৩৪শ চিত্র, ক) মধ্যে সমান ওজনের নিশাদল ও কলিচূণ রাখিয়া অল্প পরিমাণে জল ঢালিয়া দাও এবং স্পিরিট্ বাতি (ঘ) দ্বারা উত্তাপ প্রয়োগ কর। একটী দ্বি-বক্র কাচনলের (খ) একমুখ ছিপি দ্বারা কাচকুপীতে সংলগ্ন কর, এবং অপর মুখ একটী শুষ্ক নিম্নমুখ কাচের বোতলের (গ) মধ্যে স্থাপন কর। য়্যামোনিয়া বাষ্প বায়ু অপেক্ষা লঘু বলিয়া বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া কাচের বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

৩৪শ চিত্র।

য়্যামোনিয়া বাষ্প জলে সহজে দ্রবণীয় বলিয়া অক্সিজেন্ প্রভৃতি অন্যান্য বাষ্পের ন্যায় জলপূর্ণ পাত্র মধ্যে ইহাকে সঞ্চয় করিতে পারা যায় না, কিন্তু পারদপূর্ণ পাত্রে এই বাষ্পকে সঞ্চয় করিতে পারা যায়। জলের মধ্যে য়্যামোনিয়া বাষ্প প্রবেশ করাইলে উভয়ে মিলিত হইয়া য়্যামোনিয়ার দ্রাবণ প্রস্তুত করে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—য়্যামোনিয়া বর্ণহীন অদৃশ্য বাষ্প। ইহার গন্ধ অতীব তীব্র; অধিক পরিমাণে নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাসরোধ হইয়া প্রাণ বিয়োগ হয়। অপেক্ষাকৃত অল্প পরিমাণে নিশ্বাসের সহিত গ্রহণ করিলে শ্বাস-নলী ও ফুস্ফুসের শ্লৈষ্মিক-ঝিল্লির (Mucous membrane) প্রদাহ

উৎপাদন করে। বায়ু অপেক্ষা ইহা প্রায় অর্দ্ধগুণ লঘু। অধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে ইহাকে সংহত করিয়া নিরেট করা যাইতে পারে কিন্তু বায়ু-চাপ অপসারিত হইলেই নিরেট য়্যামোনিয়া পুনরায় বাষ্পাকারে পরিণত হয় এবং এই ক্রিয়াতে যে প্রচ্ছন্ন তাপের প্রয়োজন তাহা নিকটস্থ পদার্থ হইতে গৃহীত হয়, সুতরাং উহা অতিশয় শীতল হইয়া পড়ে। নিরেট য়্যামোনিয়া সংলগ্ন কোন পাত্রে জল রাখিলে এই কারণে উহা জমিয়া বরফ হইয়া যায়। কেরি সাহেবের আবিষ্কৃত বরফের কলে এইরূপ কৌশলে বরফ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে য়্যামোনিয়া জলে অতিশয় দ্রবণীয়; নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা উহা সুন্দররূপে প্রদর্শিত হয়।

৪৬ পরীক্ষা।—একটী কাচকুপী য়্যামোনিয়া বাষ্প দ্বারা পূর্ণ করিয়া ছিপি বন্ধ কর। পরে একটী জলপূর্ণ আয়ত পাত্রমধ্যে উহাকে নিম্নমুখে স্থাপিত করিয়া ছিপিটী খুলিয়া দাও। জল শীঘ্র কাচকুপীমধ্যে উত্থিত হইয়া উহা পূর্ণ করিবে। যদি লিট্‌মসের লোহিত দ্রাবণ জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া রাখা যায়, তাহা হইলে জল কুপীর মধ্যে প্রবেশ করিবার সময় নীলবর্ণ ধারণ করিবে, কারণ য়্যামোনিয়া বাষ্প একটী ক্ষার পদার্থ।

য়্যামোনিয়া বাষ্প অক্সিজেনের মধ্যে জ্বলিয়া থাকে কিন্তু বায়ুমধ্যে সহজে জ্বলে না। যতক্ষণ দীপালোক সংযুক্ত থাকে ততক্ষণ জ্বলিতে থাকে, আলোক অপসারিত করিলে য়্যামোনিয়ার শিখা নির্ব্বাণ হইয়া যায়।

৪৭শ পরীক্ষা।—নিম্নমুখ য়্যামোনিয়া-পূর্ণ বোতলে একটী জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও। য়্যামোনিয়া বাষ্প বাতির চতুর্দ্দিকে জ্বলিতে থাকিবে, কিন্তু বাতিটী বাহির করিয়া লইলেই নিবিয়া যাইবে।

১৪ ভাগ ওজনে নাইট্রোজেন্ ৩ ভাগ ওজনে হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া য়্যামোনিয়া বাষ্প উৎপাদন করে।

য়্যামোনিয়া দ্রাবকের সহিত মিশ্রিত হইলে উহাকে নক্ষারায় করতঃ দ্রাবক ভেদে ভিন্ন ২ লবণ উৎপাদন করে।

৪৮ পরীক্ষা।—একটী বোতল য়্যামোনিয়া বাষ্প ও অপর একটী বোতল হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প দ্বারা পূর্ণ করতঃ মুখেং উপর্য্যুপরি স্থাপন কর। বোতলদ্বয় তৎক্ষণাৎ শ্বেতবর্ণ ধুম দ্বারা পূর্ণ হইবে।

এই ধূমাকার পদার্থ শীতল হইলে শ্বেতবর্ণ স্ফটিকাকারে বোতলের অভ্যন্তরে জমিয়া থাকে; ইহা ক্লোরাইড্ অব্ য়্যামোনিয়ম্ নামক যৌগিক পদার্থ, য়্যামো-

নিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিডের মিলনে ইহা উৎপন্ন হয়। এই পদার্থের বাঙ্গালা নাম নিশাদল।

শিরোবেদনা হইলে আমরা স্মেলিং সল্ট্ (Smelling Salt) নামক যে পদার্থ ব্যবহার করিয়া থাকি, তাহা য়্যামোনিয়ম্ কার্ব্বনেট্ নামক য়্যামোনিয়ার একটী যৌগিক। নিশাদল ও কলিচূণ একত্রে মিশ্রিত করিয়া সহজ উপায়ে আমরা স্মেলিং সল্ট্ প্রস্তুত করিতে পারি।

গ্রীক দেবতা য়্যামন্ (Ammon) দেবের মন্দিরের সম্মুখে পশুপালের বিষ্ঠা দগ্ধ করিয়া স্যাল্ য়্যামোনিয়াক্ (Sal Ammoniac) নামক য়্যামোনিয়ার একটী যৌগিক প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল, এই জন্য এই বাষ্পের নাম য়্যামোনিয়া হইয়াছে। য়্যামোনিয়ার অপর একটী নাম স্পিরিট্স্ অব্ হার্টস্হর্ণ্ (Spirits of Hartshorn)।

অক্সিজেন্-যুক্ত নাইট্রোজেনের যৌগিক।

নাইট্রোজেন্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না, কিন্তু এই দুই বাষ্প একটী পাত্রের মধ্যে রাখিয়া তন্মধ্যে তাড়িত-প্রবাহ সঞ্চালিত করিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া নাইট্রোজেন্ ট্রাই-অক্সাইড্ ও নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইড্ নামক দুইটী যৌগিক পদার্থ রক্তবর্ণ ধূমাকারে উৎপন্ন হয়।

নাইট্রোজেনের অক্সিজেন্-যুক্ত পাঁচটী যৌগিক আছে; ২৮ ভাগ ওজনের নাইট্রোজেনের সহিত বিভিন্ন ওজনের অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া এই কয়টী যৌগিক প্রস্তুত হয়। যৌগিকগুলির সংক্ষিপ্ত বিবরণ নিম্নে লিখিত হইল।

১। নাইট্রোজেন্ মনক্সাইড্ (N_2O)—ইহার অপর একটী নাম নাইট্রস্ অক্সাইড্ (Nitrous Oxide)। য়্যামোনিয়ম্ নাইট্রেট্ নামক লবণে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া এই বাষ্প উৎপন্ন হয়। ইহা বর্ণ ও গন্ধহীন, অদৃশ্য এবং অক্সিজেনের ন্যায় দাহক বায়বীয় পদার্থ। অগ্নিমুখ দীপশলাকা এই বাষ্প মধ্যে নিমজ্জিত হইলে পুনঃপ্রজ্জ্বলিত হইয়া উঠে। ইহা বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া নিশ্বাস রূপে গৃহীত হইলে মত্ততা উৎপাদন করে, এই জন্য ইহাকে হাস্যোৎপাদক বাষ্প (Laughing Gas) ও কহিয়া থাকে।

২। নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ (NO)—এক খণ্ড তাম্রপাত ও নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ একত্রিত করিলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয়। ইহা অদৃশ্য বায়বীয় পদার্থ

কিন্তু অক্সিজেনের সহিত একত্রিত হইলেই রক্তবর্ণ ধূম্রাকারে নাইট্রোজেন্ ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।

৩। নাইট্রোজেন্ ট্রাই-অক্সাইড্ (N_2O_3)—ইতিপূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে নাইট্রোজেন্ ডাই-অক্সাইড্ ও অক্সিজেন্ এতদুভয়ে মিলিত হইয়া এই বাষ্প উৎপন্ন হয়। ইহা দেখিতে রক্তবর্ণ। শীতল জলের সহিত মিশ্রিত হইলে নাইট্রস্ য়্যাসিডের নীল বর্ণ দ্রাবণ প্রস্তুত করে। নাইট্রস্ য়্যাসিড্ (HNO_2) ঘটিত লবণ গুলি নাইট্রাইট্ নামে অভিহিত।

৪। নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইড্ (NO_2)—অনাবৃত পাত্রে রক্ষিত নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ হইতে যে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয়, তাহার অধিকাংশই এই বাষ্প। লেড্ নাইট্রেট্ নামক লবণ উত্তপ্ত করিলেও এই বাষ্প উৎপন্ন হয়।

৫। নাইট্রোজেন্ পেণ্টক্সাইড্ (N_2O_5)—ইহা শ্বেতবর্ণ স্ফটিকাকার নিরেট পদার্থ; সিল্ভার্ নাইট্রেট্ নামক লবণের সহিত ক্লোরিন্ বাষ্প একত্রিত করিলে এই পদার্থ উৎপন্ন হয়। এই পদার্থ অতি সহজে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়। জলের সহিত সতেজে মিলিত হইয়া নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ উৎপাদন করে। নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ ঘটিত লবণ গুলি নাইট্রেট্ নামে অভিহিত।

নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ (Nitric Acid)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন HNO_3, আণবিক গুরুত্ব ৬৩।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে নাইট্রোজেন্ ঘটিত অঙ্গারক পদার্থ পচিলে য়্যামোনিয়া বাষ্প উৎপন্ন হয়। য়্যামোনিয়া অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে নাইট্রস্ য়্যাসিড্ উৎপন্ন হয় কিন্তু পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্ প্রভৃতি ধাতুর অক্সাইড্ উহার সহিত একত্রিত থাকিলে নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ উৎপন্ন হয় এবং ইহা উপরোক্ত ধাতব অক্সাইডের সহিত মিলিত হইয়া পোটাসিয়ম্ নাইট্রেট্ (সোরা) বা সোডিয়ম নাইট্রেট্ উৎপাদন করে। ভারতবর্ষের অনেক স্থানে মৃত্তিকা মধ্যে এইরূপে সোরা প্রস্তুত হয় এবং সময়ে সময়ে উহাকে ভূমির উপরে দানা বাঁধিয়া থাকিতে দেখা যায়। আমেরিকার অন্তঃপাতী পেরু ও চিলি প্রদেশে সোডিয়ম্ নাইট্রেট্

নামক লবণ বহুল পরিমাণে মৃত্তিকা মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়। এক প্রকার উদ্ভিদাণুর সাহায্যে এই সকল নাইট্রেট্ প্রকৃতি মধ্যে প্রস্তুত হইয়া থাকে।

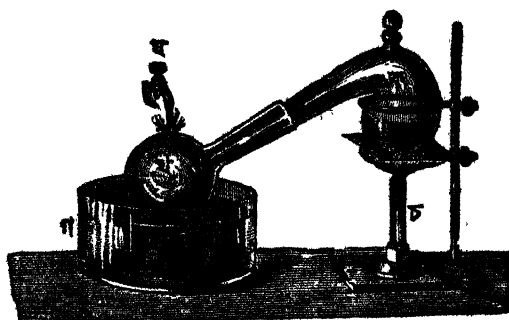
সোরামিশ্রিত মৃত্তিকা জলে ফুটাইলে সোরা দ্রব হইয়া যায়; পরে উক্ত দ্রাবণ মৃত্তিকা হইতে পৃথক করিয়া ঘন করিয়া লইলেই সোরা লম্বমান কাচের কলমের ন্যায় স্ফটিকাকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—সোরার সহিত উগ্র (Concentrated) সল্ফিউরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ নির্গত হয় এবং পাত্র মধ্যে হাইড্রোজেন্ পোটাসিয়ম্ সল্ফেট্ নামক লবণ অবশিষ্ট থাকে। যথা—

$$KNO_3 + H_2SO_4 = HNO_3 + HKSO_4$$

সোরা সল্ফিউরিক্ য়্যাসিড্ নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ হাইড্রোজেন্ পোটাসিয়ম্ সল্ফেট্

নিম্নে এই দ্রাবক প্রস্তুত করিবার যন্ত্রের একটী চিত্র প্রদত্ত হইল।

৪৯ পরীক্ষা।—(ক) একটী কাচের ছিপিযুক্ত কাচের রিটর্ট্—ছিপিটী খুলিয়া তন্মধ্যে সমান ভাগে সোরা ও উগ্র সল্ফিউরিক্ য়্যাসিড্ একত্রে রাখ। রিটর্টের লম্বমান নলটী একটী কাচ-

৩৫শ চিত্র।

কূপীর (খ) মধ্যে প্রবেশ করাইয়া কূপীটী শীতল জলপূর্ণ পাত্র (গ) মধ্যে অর্দ্ধ নিমজ্জিত ভাবে রাখ এবং যাহাতে কূপীর উপরিভাগে অনবরত শীতল জলের ধারা (ঘ) পড়িতে থাকে এরূপ বন্দোবস্ত কর। এক্ষণে রিটর্ট্টী গ্যাস্ বাতি (চ) দ্বারা উত্তপ্ত করিলে নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ বাষ্পাকারে পরিস্রুত হইয়া কাচ কূপীর মধ্যে প্রবিষ্ট হইবে এবং তথায় শৈত্যসংযুক্ত হইয়া তরলাকারে পরিণত হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—বিশুদ্ধ তরল নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ বর্ণহীন; আর্দ্র বায়ু মধ্যে অনাবৃত অবস্থায় রাখিলে উহা হইতে শ্বেতবর্ণ ধূম নির্গত হয়। ইহা কিছুদিন আলোক সংস্পর্শে থাকিলে কথঞ্চিৎ বিশ্লিষ্ট হইয়া হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে। ইহার গন্ধ উগ্র ও শ্বাস-প্রতিরোধক। ইহা সহজেই জলের সহিত মিশ্রিত হয়।

অক্সিজেন্-গ্রাহক পদার্থ নাইট্রিক্ য়্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ হইতে উহারা অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া অক্সিজেন্-সংযুক্ত (Oxidised) হইয়া থাকে, এজন্য এই দ্রাবক একটী অক্সিজেন্-প্রদায়ক পদার্থ বলিয়া অভিহিত।

৫০ পরীক্ষা।—একটী মোটা পরীক্ষানলে উগ্র নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ রাখিয়া তারবদ্ধ এক খণ্ড কয়লার এক দিক দীপালোকে উত্তপ্ত করতঃ তন্মধ্যে নিমজ্জিত কর। কয়লা খণ্ড উজ্জ্বল আলোক নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকিবে।

৫১ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষানলে উগ্র নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ রাখিয়া এক গুচ্ছ কেশ তন্মধ্যে নিমজ্জিত কর; উহা জ্বলিয়া উঠিবে।

ধাতুর সহিত নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ একত্রিত হইলে উহা নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করে। তাম্র বা টিন্ নাইট্রিক্ য়্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয়, এবং হরিদ্বর্ণ নাইট্রেট্ অব্ কপার্ নামক লবণ বা শ্বেতবর্ণ মেটাষ্ট্যানিক্ য়্যাসিড্ নামক অক্সিজেন্যুক্ত টিনের যৌগিক প্রস্তুত হয়। এই পরীক্ষা দ্বারা নাইট্রিক্ য়্যাসিডের স্ব-রূপ ও নিরূপিত হইয়া থাকে। রৌপ্যের সহিত নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ একত্রিত হইলে নাইট্রেট্ অব্ সিল্ভার্ প্রস্তুত হয়।

স্বর্ণ বা প্ল্যাটিনম্ ধাতু নাইট্রিক্ য়্যাসিডে দ্রব হয় না।

নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ কোন ধাতু বা ধাতব অক্সাইডের সহিত মিলিত হইলে উক্ত ধাতুর নাইট্রেট্ নামক লবণ প্রস্তুত করে। নাইট্রেট্ মাত্রেই জলে দ্রবণীয়।

চর্ম্ম প্রভৃতি অঙ্গারক পদার্থ নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ সংস্পর্শে হরিদ্রাবর্ণ ধারণ করে; এই প্রক্রিয়াতে নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ হরিদ্রাবর্ণ পিক্রিক্ য়্যাসিডে (Picric Acid) পরিণত হইয়া এইরূপ বর্ণ উৎপাদন করে। শরীরের কোন স্থানে উগ্র নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ লাগিলে ঘা হয়।

গন্ কটন্, নাইট্রো-গ্লিসেরিন্ প্রভৃতি স্ফোটনশীল পদার্থ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

স্বরূপ নিরূপণ—১। তাম্রখণ্ডের সহিত নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ একত্রিত হইলে রক্তবর্ণ ধূম নির্গত হয়।

২। নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ বা নাইট্রেট্, উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উহাতে ফেরস্ সল্‌ফেটের দ্রাবণ যোগ করিলে উভয় দ্রাবণের সন্ধিস্থলে একটী কৃষ্ণবর্ণ রেখা উৎপন্ন হয়।

৩। ব্রুসিন্ নাইট্রিক্ য়্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে রক্তবর্ণ ধারণ করে।

নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ প্রভৃতি যে সকল দ্রাবকে এক পরমাণুমাত্র হাইড্রোজেন্ থাকে এবং উহার স্থান এক পরমাণু ধাতু দ্বারা অধিকৃত হইয়া উক্ত ধাতুর লবণ প্রস্তুত হয়, সেই সকল দ্রাবককে মনোবেসিক্ (Mono-basic) দ্রাবক কহে; যথা, নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ (HNO_3) হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ (HCl) ইত্যাদি।

যে সকল দ্রাবকে দুই পরমাণু হাইড্রোজেন্ থাকে এবং উহাদিগের স্থান একাণব (Monad) ধাতুর দুই পরমাণু বা দ্ব্যাণব (Dyad) ধাতুর এক পরমাণু দ্বারা অধিকৃত হয়, তাহাদিগকে ডাই-বেসিক্ দ্রাবক (Di-basic Acid) কহে; যথা, সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ (H_2SO_4) কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ (H_2CO_3) ইত্যাদি।

এইরূপে ফস্ফরিক্ য়্যাসিড্ (H_3PO_4) প্রভৃতি কতিপয় দ্রাবক ট্রাইবেসিক্ (Tri-basic) এবং সিলিসিক্ য়্যাসিড্ (H_4SiO_4) প্রভৃতি অপর কতকগুলি দ্রাবক টেট্রাবেসিক্ দ্রাবক (Tetra-basic Acid) বলিয়া অভিহিত হয়।

সপ্তম পরিচ্ছেদ।

—o—

কার্ব্বন্ (Carbon)।

সাঙ্কেতিক চিহ্ন C, পারমাণবিক গুরুত্ব ১১.৯৭।

কাষ্ঠ, শর্করা প্রভৃতি উদ্ভিজ্জ এবং অস্থি, মাংস প্রভৃতি জান্তব পদার্থ দগ্ধ করিলে প্রথমতঃ কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে, পরে অধিকতর উত্তাপ প্রয়োগে ভস্মে পরিণত হয়। এই সকল পদার্থ মধ্যে অঙ্গার আছে বলিয়া ইহারা পুড়িলে কৃষ্ণবর্ণ হয়; ইহা-দিগের মধ্যে অন্যান্য যে সকল মূল পদার্থ থাকে, দগ্ধ হইবার সময়ে তাহারা বিবিধ আকার ধারণ করিয়া অপসৃত হয়—কেবল মাত্র কৃষ্ণবর্ণ অঙ্গার অবশিষ্ট থাকে। তাপের আধিক্য হইলে এই অঙ্গারও বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনিক য়্যাসিড্ বাষ্পরূপে উড়িয়া যায়।

উদ্ভিদ্ ও জীব শরীরে অঙ্গার অত্যধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে। ভূ-গর্ভে পাথরিয়া কয়লার আকারে অঙ্গার প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। কেরোসিন্ বা মেটিয়া তৈলেও অঙ্গারের পরিমাণ অধিক থাকে; ইহার অন্যতর উপাদান হাইড্রোজেন্। অঙ্গার অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প রূপে বায়ু মধ্যে অবস্থিতি করে। এতদ্ব্যতীত চা-খড়ি, পাথরিয়া চুণ (Lime Stone) প্রভৃতি কার্ব্বনেট্ অভিধেয় খনিজ পদার্থ মধ্যে অঙ্গার ক্যাল্সিয়ম্, ম্যাগ্নেসিয়ম্ প্রভৃতি ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে।

প্রকৃতি-মণ্ডলে ত্রিবিধ আকারের অঙ্গার দেখিতে পাওয়া যায়; যথা হীরক, গ্রাফাইট্ বা কৃষ্ণ সীস এবং কয়লা। এই তিনটী পদার্থের মধ্যে দৃশ্যতঃ কোন সাদৃশ্য না থাকিলেও উহারা রাসায়নিক ধর্ম্ম সম্বন্ধে এক অর্থাৎ প্রত্যেকটী অঙ্গারের ভিন্নরূপ ব্যতীত আর কিছুই নহে। কয়লা পোড়াইলে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প উৎপন্ন হয়; হীরক বা গ্রাফাইট্ পোড়াইলেও কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ ব্যতীত আর কিছুই উৎপন্ন হয় না। সমান ওজনের হীরক, গ্রাফাইট্ বা কয়লা পোড়াইলে একই ওজনের কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প উৎপন্ন হয়। হীরক, গ্রাফাইট্

বা কয়লা কোন পদার্থেই দ্রব হয় না, ইহাদিগের কোন স্বাদ বা গন্ধ নাই এবং অগ্নিতে দগ্ধ করিলে দ্রব না হইয়া পুড়িয়া ভস্ম হইয়া যায়।

অঙ্গারের ন্যায় জলও ত্রিবিধ আকার ধারণ করিয়া থাকে, ইহা পূর্ব্বে উল্লেখ করা গিয়াছে। এক পদার্থ বিভিন্ন আকারে থাকিলে পদার্থের উক্ত ধর্ম্মকে ইংরাজীতে য়্যালোট্রপি (Allotropy) কহে।

১। হীরক—ভারতবর্ষ, বোর্ণিয়ো, ব্রেজিল্ ও আফ্রিকা প্রভৃতি দেশে হীরকের আকর আছে। ভারতবর্ষস্থ গোলকুণ্ডা প্রদেশ হীরকের খনির জন্য বিখ্যাত। হীরকের ন্যায় কঠিন পদার্থ এপর্য্যন্ত আবিষ্কৃত হয় নাই। হীরক বহুমূল্য রত্ন। আমাদের দেশে কোহিনুর নামে যে হীরক ছিল, তাহা এক্ষণে ভারতেশ্বরীর মুকুটে সর্ব্বশ্রেষ্ঠ মণি রূপে বিরাজ করিতেছে। বিশুদ্ধ হীরক স্বচ্ছ ও বর্ণহীন; অন্যান্য বর্ণের যে সকল হীরক দেখিতে পাওয়া যায় তাহারা বিশুদ্ধ নহে। হীরক স্ফটিকাকারে অবস্থিতি করে; পল্ কাটা হইলে উজ্জ্বল দীপ্তি ধারণ করে। হীরক ব্যতীত অন্য কোন দ্রব্য দ্বারা কাচ কাটিতে পারা যায় না।

২। গ্রাফাইট্ বা কৃষ্ণ-সীস্—ইহার অপর নাম প্লম্বেগো (Plumbago); ইহা ভূ-গর্ভে বহুল পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা দেখিতে কৃষ্ণ বর্ণ, ধাতব ঔজ্জ্বল্য সম্পন্ন এবং কোমল অর্থাৎ আঁচড় কাটিয়া উহার উপর সহজে চিহ্ন করা যাইতে পারে। ইহা কাগজের উপর টানিলে কাল দাগ পড়ে, আমরা সচরাচর যে পেন্সিল্ দ্বারা কাগজের উপর লিখিয়া থাকি তাহা গ্রাফাইট্ দ্বারা নির্ম্মিত। গ্রাফাইট্ সচরাচর স্ফটিকাকারে অবস্থিতি করে। অগ্নি সংযোগে সহজে দগ্ধ হয় না বলিয়া গ্রাফাইট্ দ্বারা মুষা বা মুচী (Crucible) প্রস্তুত করিয়া উহাতে স্বর্ণ রৌপ্য প্রভৃতি ধাতু দ্রব করা হয়। গ্রাফাইট্ মাখাইয়া রাখিলে লৌহ নির্ম্মিত পদার্থে সহজে মরিচা ধরিতে পারেনা। বন্দুক ও কামানের বারুদ গ্রাফাইট্ মাখান থাকিলে সহজে আর্দ্র হয় না, তজ্জন্য গ্রাফাইট্ উক্ত কার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

৩। কয়লা—কাষ্ঠ পোড়াইলে যে অঙ্গার জন্মে তাহাকে সাধারণতঃ উদ্ভিদঙ্গার বা কয়লা (Charcoal) কহে। অস্থি, মাংস প্রভৃতি দগ্ধ করিয়া যে সকল অঙ্গার উৎপন্ন হয় তাহাকে জান্তব অঙ্গার (Animal Charcoal) কহে।

অতি প্রাচীন কাল হইতে ভূগর্ভে প্রোথিত উদ্ভিদ্ জগৎ প্রাকৃতিক পরিবর্ত্তনে অঙ্গারে পরিণত হইয়া আছে, ইহা পাথরিয়া কয়লা নামে প্রসিদ্ধ। হীরক ও গ্রাফাইট্ ব্যতীত আর যত প্রকার অঙ্গার দেখিতে পাওয়া যায় তাহারা সকলেই দানা বিহীন (Amorphous)।

অনাবৃত স্থানে কাষ্ঠ জ্বালাইলে ভালরূপ কয়লা প্রস্তুত হয়না এজন্য কোন রুদ্ধ স্থানে কাষ্ঠ সাজাইয়া অগ্নি সংযোগে কয়লা প্রস্তুত করা হয়। পাথরিয়া কয়লা ঐরূপে পোড়াইলে কোক্ কয়লা প্রস্তুত হয়—ইহা আমরা সচরাচর ইন্ধন রূপে ব্যবহার করিয়া থাকি।

দীপ-শিখা কোন স্থানে পাতিত করিলে তথায় যে কৃষ্ণ বর্ণ সূক্ষ্ম চূর্ণ জমে তাহাকে ভূষা (Lamp black) কহে—ইহা কয়লার রূপান্তর মাত্র। ছাপার কালী প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ভূষা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

কয়লার স্বরূপ ও ধর্ম্ম—ইহা কৃষ্ণ বর্ণ, ভঙ্গ-প্রবণ ও সছিদ্র। ছিদ্র গুলি বায়ু পূর্ণ থাকে বলিয়া ইহা জল অপেক্ষা ভারী হইলেও জলের উপর ভাসিতে থাকে। কয়লা সছিদ্র বলিয়া দুর্গন্ধময় বাষ্প শোষণ করিতে সক্ষম, এজন্য হাঁসপাতাল প্রভৃতি স্থানে দুর্গন্ধ দূর করিবার জন্য কয়লাপূর্ণ ঝুড়ি গৃহের মধ্যে ঝুলাইয়া রাখা হয়; এতদুপায়ে উক্তস্থানের বায়ু পরিষ্কৃত হয়। কয়লা ভিজা হইলে উহার ছিদ্র সকল বন্ধ হইয়া যায় সুতরাং উহার আর শোষক গুণ থাকে না। কোন পাত্রে পচা দ্রব্য রাখিয়া তদুপরি শুষ্ক কয়লা চাপা দিলে কিয়ৎক্ষণ পরে দুর্গন্ধ একেবারেই অনুভূত হয় না। দুর্গন্ধময় বাষ্প শোষণের জন্য কয়লা খণ্ডই উপযোগী, কয়লার গুঁড়া দ্বারা কোন কার্য্য হয় না।

কয়লা যে শুদ্ধ দুর্গন্ধময় বাষ্প শোষণ করে এমন নহে, অপরিষ্কার জল কয়লা দ্বারা ছাঁকিয়া লইলে পরিষ্কৃত হয়; এজন্য কয়লা ছাঁকনি রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কয়লা ছাঁকনি রূপে কিছু দিন ব্যবহার করিলে ছিদ্র সকল জলস্থিত দূষিত পদার্থ দ্বারা রুদ্ধ হইয়া যায় সুতরাং তখন উহা একেবারে অব্যবহার্য্য হইয়া পড়ে। এজন্য মধ্যে মধ্যে উহাকে রুদ্ধ স্থানে পোড়াইয়া পুনরায় ব্যবহারোপযোগী করিয়া লইতে হয়।

জান্তব অঙ্গারের বর্ণ নাশ করিবার শক্তি অতিশয় প্রবল, এজন্য ইহা ব্যবসা-কার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। যে কোন উদ্ভিজ্জ বর্ণ জলে দ্রব করিয়া এই কয়লার দ্বারা ছাঁকিয়া লইলে দ্রাবণটী বর্ণ হীন হইয়া যায়।

৫২ পরীক্ষা।—একটী ফ্যনেলের উপর ব্লটিং কাগজের ছাঁকনি রাখিয়া উহার অর্দ্ধাংশ অস্থি-অঙ্গার দ্বারা পূর্ণ করতঃ নীলবড়ি বা লিট্‌মসের দ্রাবণ উপরে ঢালিয়া দাও এবং ফ্যনেলের নীচে একটী কাচপাত্র স্থাপন কর, দ্রাবণটী বর্ণ-হীন হইয়া কাচ পাত্রে পড়িবে।

নীলবড়ি চূর্ণ করিয়া উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত ঈষদুত্তপ্ত করতঃ জল মিশ্রিত করিলেই নীলবড়ির দ্রাবণ প্রস্তুত হয়।

চিনি পরিস্কার করিবার জন্য অস্থি-অঙ্গার বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ইক্ষু বা বিট্‌পালমের রস অস্থি-অঙ্গার দ্বারা ছাঁকিয়া লইলে একেবারে বর্ণ হীন হইয়া যায়; উক্ত ছাঁকিত রস দানা বাঁধিলে শুভ্রবর্ণ চিনি প্রস্তুত হইয়া থাকে।

কাঠের খুঁটি জমির নীচে প্রোথিত থাকিলে কিছুদিন পরে পচিয়া যায়, কিন্তু কয়লা জমির নীচে বহুদিন পর্য্যন্ত অবিকৃত অবস্থায় থাকে। এজন্য খুঁটির যে অংশ জমির নীচে রহে, তাহার উপরিভাগ মাত্র পোড়াইয়া প্রোথিত করিলে বহু দিন পর্য্যন্ত অভ্যন্তরস্থ কাষ্ঠ নষ্ট হয়না।

অঙ্গার কোন মূল পদার্থের সহিত সহজে মিলিত হয়না কিন্তু সমধিক উত্তাপ সংযোগে কতকগুলি মূল পদার্থের সহিত মিলিত হয়। ইহা অক্সিজেনের সহিত অতি সহজে মিলিত হইয়া দ্বিবিধ যৌগিক প্রস্তুত করে। বায়ু বা অক্সিজেন্ বাষ্প মধ্যে কয়লা পোড়াইলে উহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বন্ মনক্‌সাইড্ (CO) ও কার্ব্বন্ ডাই-অকসাইড্ (CO_2) নামক বাষ্প প্রস্তুত করে।

অক্সিজেন্ অন্য পদার্থের সহিত মিলিত থাকিলেও অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে পৃথক হইয়া অঙ্গারের সহিত মিলিত হয়। যদি কোন ধাতব অক্সাইড্ কয়লার সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করা যায়, তাহা হইলে কয়লা উক্ত যৌগিক হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্পে পরিণত হয় এবং মূল ধাতুটী পৃথক্ হইয়া পড়ে। অধিকাংশ ধাতু অক্সাইডের আকারে আকর মধ্যে পাওয়া যায়, ঐ সকল খনিজ পদার্থ (Ore) হইতে মূল ধাতু পৃথক্ করিবার নিমিত্ত কয়লা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। এই প্রক্রিয়াকে মূলীকরণ (Reduction) কহে।

অক্সিজেন্-মিলিত কার্ব্বন্ যৌগিক।

উপরে উক্ত হইয়াছে যে কার্ব্বন্ ও অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া কার্ব্বন্ মনক্‌সাইড্ (CO) এবং কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ (CO_2) নামক দুইটী যৌগিক উৎপন্ন হয়; ইহারা দুইটীই বায়বীয় পদার্থ।

কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ (Carbon Monoxide)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন CO, আণবিক গুরুত্ব ২৮।

অল্প পরিমাণ বায়ু মধ্যে কয়লা পোড়াইলে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্পের সহিত এই বাষ্প উৎপন্ন হয়। চুল্লীর মধ্যে পাথরিয়া কয়লা পোড়াইলে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্প প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয় এবং নীলাভ শিখা নিঃসৃত করতঃ জ্বলিতে থাকে। কয়লা জ্বালাইলে চুল্লীর তলদেশে প্রথমতঃ যে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প উৎপন্ন হয়, উপরিভাগে উঠিবার সময় লোহিতোত্তপ্ত কয়লা উহা হইতে এক পরমাণু অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া উহাকে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্পে পরিণত করে। চুল্লীর উপরিভাগে এই বাষ্প নীল বর্ণ শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিবার কালীন বায়ু হইতে এক পরমাণু অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া পুনরায় কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্পে পরিণত হয়।

প্রস্তুত করণ প্রণালী—অক্জ্যালিক্ য়্যাসিড্ ($C_2H_2O_4$) বা ফর্ম্মিক্ য়্যাসিড্ (CH_2O_2) উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্প উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়াতে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ উক্ত পদার্থদ্বয় হইতে কেবল মাত্র জলাংশ গ্রহণ করে, সুতরাং অক্জ্যালিক্ য়্যাসিড্ কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ ও কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ নামক বাষ্প দ্বয়ে, এবং ফর্ম্মিক য়্যাসিড্ শুদ্ধ কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্পে পরিণত হয়; যথা

$$C_2H_2O_4 = CO_2 + CO + H_2O$$

অক্জ্যালিক্ য়্যাসিড্

$$CH_2O_2 = CO + H_2O$$

ফর্ম্মিক্ য়্যাসিড্

কষ্টিক্ সোডা বা পটাশের দ্রাবণের মধ্য দিয়া প্রথমোক্ত মিশ্র-বাষ্প লইয়া গেলে কার্ব্বন্-ডাই-অক্সাইড্ কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডার সহিত মিলিত হয় এবং শুদ্ধ কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ নির্গত হইতে থাকে। এই বাষ্প নিম্ন-মুখ জল-পূর্ণ পাত্রে সঞ্চয় করা যায়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—এই বাষ্প স্বাদ ও গন্ধ বিহীন, অদৃশ্য এবং জলে অদ্রবনীয়; ইহা দাহক নহে কিন্তু দাহ্য—নীলাভ আলোক নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকে।

৪৩ পরীক্ষা।—কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্প-পূর্ণ বোতলের মধ্যে একটী জ্বলন্ত বাতি প্রবেশ করাও; বাতিটী নিবিয়া যাইবে কিন্তু বোতলের মুখে উক্ত বাষ্প জ্বলিতে থাকিবে।

কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ অতি বিষাক্ত বাষ্প, ইহা নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শিরঃ পীড়া, অবসন্নতা এবং ক্রমে অচৈতন্য ভাব আসিয়া উপস্থিত হয়; অধিক মাত্রায় শরীরের মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে মৃত্যু পর্য্যন্ত ঘটিয়া থাকে। শীতকালে কেহ কেহ শয়ন গৃহের জানালা দরজা প্রভৃতি রুদ্ধ করিয়া অভ্যন্তরে কয়লা জ্বালাইয়া নিদ্রাগমন করে; কিন্তু এরূপ কার্য্য নিতান্ত গর্হিত, ইহাতে অতিশয় বিপৎপাতের সম্ভাবনা। কারণ কয়লা পুড়িবার সময় কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্প প্রচুর পরিমাণে বায়ুর সহিত মিশ্রিত হয় এবং নিদ্রাগত ব্যক্তিরা উহা বারম্বার নিশ্বাস রূপে গ্রহণ করিয়া মৃত্যুমুখে পতিত হয়। আমরা প্রসবগৃহে সচরাচর কাঠ, গুল জ্বালাইয়া থাকি এবং পাছে প্রসূতি ও নবজাত শিশুটীকে ঠাণ্ডা লাগে এই ভয়ে উক্ত গৃহের বায়ু গমনাগমনের সমস্ত পথ রুদ্ধ করিয়া দিই; ইহাতে কার্ব্বন্ মনক্সাইড্ বাষ্প গৃহ মধ্যে অধিক পরিমাণে সঞ্চিত হয় এবং প্রসূতি ও শিশুর স্বাস্থ্য এবং অনেক সময়ে প্রাণহানিও করিয়া থাকে। বিশুদ্ধ বায়ু সেবনই এই রোগের প্রধান চিকিৎসা।

কার্ব্বন ডাই-অক্সাইড্ (Carbon Dioxide)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন CO_2, আণবিকগুরুত্ব ৪৪।

ইতি পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প বায়ু মধ্যে অল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে। এতদ্ব্যতীত কতিপয় আগ্নেয় গিরির সন্নিকটস্থ ভূভাগ হইতে এই বাষ্প উত্থিত হয়। জলে ইহা অল্প পরিমাণে বিদ্যমান থাকে এবং কতিপয় খনিজ জলে ইহা অধিক পরিমাণে দ্রব হইয়া রহে।

এই বাষ্প বেসের সহিত মিলিত হইয়া কার্ব্বনেট্ নামক যৌগিকশ্রেণী উৎপাদন করে। জীব শরীর হইতে প্রশ্বাসের সহিত নিয়ত কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প নির্গত হয়।

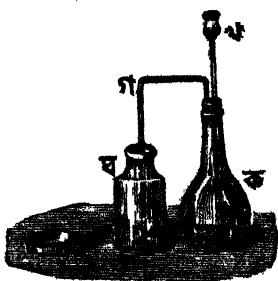
৪৪ পরীক্ষা।—একটী কাচ পাত্রে পরিষ্কার চূণের জল রাখিয়া কাচের নল সাহায্যে তন্মধ্যে বারম্বার প্রশ্বাস পরিত্যাগ কর, চূণের জল শীঘ্রই শ্বেতবর্ণ হইয়া যাইবে। প্রশ্বাস-ত্যক্ত কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প চূণের জলের সহিত মিলিত হইয়া শ্বেতবর্ণ কার্ব্বনেট্ অব্ লাইম্ প্রস্তুত করে, এজন্য চূণের জল ঘোলা দেখায়।

কোন বস্ত্র পচিলে বা গাঁজিলে এবং অঙ্গার বা অঙ্গারক-পদার্থ দগ্ধ হইলে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প উৎপন্ন হয়।

প্রস্তুত করণ প্রণালী—যে কোন কার্ব্বনেট্ য়্যাসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে ফুটিয়া কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প উৎপাদন করে, যথা—

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

পার্শ্বে এই বাষ্প প্রস্তুত করিবার যন্ত্রের একটী চিত্র প্রদত্ত হইল।

৫৫ পরীক্ষা।—একটী কাচ কূপীর (ক) মধ্যে কতকগুলি মার্ব্বল্ প্রস্তর খণ্ড (Marble, Carbonate of lime) রাখিয়া উহার মুখ একটী দ্বি-ছিদ্রযুক্ত ছিপি দ্বারা বন্ধ করতঃ ফ্যানেলযুক্ত একটী কাচ নল (খ) একটী ছিদ্র দিয়া কাচ কূপীর তলদেশ এবং অপর ছিদ্র দিয়া একটী বক্র কাচনল (গ) উহার গলদেশ পর্য্যন্ত প্রবেশ করাও। পরে জলমিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ ফ্যানেলের মধ্যে ঢালিয়া দিলে উহা মার্ব্বলের সঙ্গে একত্রিত হইয়া ফুটিয়া উঠে এবং বক্রনল দিয়া কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প নির্গত হইতে থাকে। এক্ষণে বক্র নল একটী কাচের বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প গুরুত্বার হেতু বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হয়।

৩৬শ চিত্র।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম—কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প অদৃশ্য, বর্ণ ও গন্ধবিহীন। অক্সিজেনের ন্যায় ইহা দাহন কার্য্যে সহায়তা করেনা এবং নিজেও দাহ্য নহে।

৫৬ পরীক্ষা।—একটী জ্বলন্ত বাতি কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ পূর্ণ বোতলে নিমজ্জিত কর; বাতিটী নিবিয়া যাইবে অথচ বাষ্পটী জ্বলিবেনা।

৫৭ পরীক্ষা।—একটী বৃহৎ কাচ পাত্র কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্পে পূর্ণ করিয়া তন্মধ্যে কেরোসিন্ সিক্ত জ্বলন্ত পাটের গোলা নিক্ষেপ কর, উহার আলোক তৎক্ষণাৎ নিবিয়া যাইবে। কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প এইরূপে প্রজ্বলিত শিখা নির্ব্বাণ করিতে পারে বলিয়া উহা অগ্নি-কাণ্ড (বিশেষতঃ খনির মধ্যে) নির্বারণের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প বায়ু অপেক্ষা ভারী, এজন্য ইহাকে এক পাত্র হইতে অপর পাত্রে ঢালিতে পারা যায়। ঢালিবার কালীন ইহা বোতলস্থ বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া উহার স্থান অধিকার করে।

৫৮ পরীক্ষা।—একটী বায়ু-পূর্ণ কাচ পাত্র তুলা-দণ্ডে ওজন করিয়া পাল্লার উপর রাখ। পরে কার্ব্বন্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্পপূর্ণ একটী বোতল হইতে কাচ পাত্র মধ্যে উক্ত বাষ্প ঢালিয়া দাও; ইহা অদৃশ্য হইলেও কাচ পাত্রটী অধিক ভারী হইয়া ঝুলিয়া পড়িবে।

৫৯ পরীক্ষা।—কলোডিয়ন্ (Collodion) নির্ম্মিত একটী বেলুন বায়ু দ্বারা স্ফীত করিয়া একটী আয়ত কাচ পাত্র মধ্যে ছাড়িয়া দিলে উহা পাত্রের তলদেশে অবস্থিতি করিবে। এক্ষণে উক্ত পাত্র মধ্যে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প প্রবেশ করাও—বেলুনটী ভাসিয়া উঠিবে, কারণ বায়ু কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প অপেক্ষা লঘু।

কার্ব্বনিক য়্যাসিড্ বাষ্প শ্বাস-ক্রিয়ার পক্ষে সম্পূর্ণ অনুপযোগী কারণ ইহাতে অক্সিজেন্ মুক্তাবস্থায় থাকে না। যদিও বায়ু মধ্যে এই বাষ্পের পরিমাণ অত্যন্ত অধিক থাকিলে শ্বাস-রুদ্ধ হইয়া প্রাণ বিয়োগ হয়, তথাপি ইহা প্রকৃত পক্ষে বিষাক্ত বাষ্প নহে। এই বাষ্প অক্সিজেনের স্থান অধিকার করিয়া বায়ু মধ্যে সঞ্চিত হয় সুতরাং অক্সিজেনের অভাবই মৃত্যু ঘটিবার কারণ।

পুরাতন কূপ, জাহাজের তলদেশ, খনির অভ্যন্তর প্রভৃতি যে সকল স্থানের বায়ুতে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্পের পরিমাণ অধিক, মনুষ্য তন্মধ্যে প্রবেশ করিলে প্রথমতঃ অজ্ঞান হইয়া পড়ে; যদি তাহাকে শীঘ্র উত্তোলন করিয়া বহিঃস্থ বিশুদ্ধ বায়ু মধ্যে না আনয়ন করা যায়, তাহা হইলে তাহার মৃত্যু অবশ্যম্ভাবী। যথা সময়ে সাহায্যাভাবে এরূপ দুর্ঘটনা বিস্তর ঘটিয়াছে। এরূপ স্থানে অবতরণের পূর্ব্বে একটী আলোক নামাইয়া দেওয়া হয়, যদি আলোকটী না নিবিয়া যায়, তাহা হইলে মোটামুটি স্থির করা হয় যে তন্মধ্যে শ্বাসযোগ্য বায়ু আছে সুতরাং অবরোহণ-কারীর বিপৎপাতের কোন সম্ভাবনা নাই। ফলতঃ এরূপ পরীক্ষা সম্পূর্ণ অভ্রান্ত নহে। অক্সিজেন্ জীবন ধারণ ও দীপ-প্রজ্বলন এতদুভয়ের পক্ষে সমান প্রয়োজনীয় হইলেও বায়ু মধ্যে যে পরিমাণে থাকিলে কোন জীবই বাঁচিতে পারে না তদপেক্ষা অল্প থাকিলেও দীপালোক কিয়ৎক্ষণ পর্য্যন্ত তন্মধ্যে জ্বলিতে পারে; এজন্য আলোক জ্বলিলেই যে উপরোক্ত স্থানসকল সম্পূর্ণ নিরাপদ তাহা নহে। যদি আমরা একটী বৃহৎ কাচ পাত্রে বায়ুর সহিত অধিক পরিমাণে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে একটী ক্ষুদ্র পক্ষী ছাড়িয়া দিই, তাহা হইলে উহা অল্প ক্ষণের মধ্যে নিস্তেজ ও মৃতপ্রায় হইয়া পড়িবে; কিন্তু পক্ষীটী বাহির করিয়া একটী জ্বলন্ত বাতি উক্ত পাত্র মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা কিয়ৎক্ষণ পর্য্যন্ত জ্বলিবে।

ইহাতে দেখা যায় যে, যে বায়ু মধ্যে কোন জীব থাকিলে অনতিবিলম্বে তাহার প্রাণনাশ হইবার সম্ভাবনা, তাহার মধ্যে দীপালোক জ্বলিবার মত আবশ্যকীয় অক্সিজেন্ থাকে; সুতরাং উপরোক্ত পরীক্ষাটী ভ্রমশূন্য নহে। তবে যদি দীপটী বাহিরের বায়ুতে যেরূপ উজ্জ্বল ভাবে জ্বলিতে থাকে, খনি প্রভৃতির মধ্যেও সেইরূপ জ্বলে তাহা হইলে উক্ত স্থানে নিরাপদে প্রবেশ করিতে পারা যায়। কিন্তু আলোক নিষ্প্রভ হইয়া গেলে তন্মধ্যে প্রবেশ একেবারেই অবিধেয়।

কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প আস্বাদনে ঈষদম্ল। ইহা জলে অল্প পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু অত্যধিক চাপ সংযোগে অধিক পরিমাণে দ্রব হইয়া সোডা ওয়াটার্ লেমনেড্ প্রভৃতি তৃপ্তি দায়ক পানীয় দ্রব্য প্রস্তুত করে।

জল-মিশ্রিত কার্ব্বনিক্ য়্যাসিডের প্রতি-ক্রিয়া অম্ল; ইহা ধাতব অক্সাইডের সহিত মিলিত হইলে কার্ব্বনেট্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে, ক্যাল্সিয়ম্ কার্ব্বনেট্ প্রভৃতি ক্ষার-মৃত্তিকা ধাতুর কার্ব্বনেট্গুলি কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প সাহায্যে জলে কিয়ৎ পরিমাণে দ্রব হইয়া উহার অস্থায়ী কাঠিন্য (Temporary Hardness) সম্পাদন করে, ইহা পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে।

পোটাসিয়ম্, সোডিয়ম্, য়্যামোনিয়ম্ ধাতুর কার্ব্বনেট্গুলি জলে দ্রবণীয়; অপরাপর ধাতুর কার্ব্বনেট্ জলে দ্রবণীয় নহে।

সমধিক বায়ু-চাপ ও শৈত্য সংযোগে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প প্রথমতঃ তরল ও পরে নিরেট অবস্থায় আনীত হইয়াছে।

স্বরূপ নিরূপণ—১। পরিষ্কার চূণের জল এই বাষ্প সংস্পর্শে ঘোলা হইয়া যায়।

২। যে কোন কার্ব্বনেটের সহিত দ্রাবক একত্রিত হইলে উহার স্ফুটন উপস্থিত হইয়া কার্ব্বনিক য়্যাসিড্ বাষ্প নির্গত হয়।

শ্বাস-ক্রিয়া (Respiration)

আমরা নিশ্বাস রূপে যে বায়ু গ্রহণ করি, তন্মধ্যস্থ অক্সিজেন্ আমাদিগের রক্তের সহিত মিশ্রিত হয়। ফুসফুসের ক্ষুদ্র বায়ু-কোষ সমূহ অতি সূক্ষ্ম আবরণে গঠিত; ইহারা চতুর্দ্দিকে সূক্ষ্ম রক্তবাহিকা কৈশিক (Capillary) শিরা দ্বারা পরিবেষ্টিত। নিশ্বাস গৃহীত বায়ু ও ফুস্ফুস্ স্থিত রক্ত এতদুভয়ের মধ্যে বায়ু-কোষ ও কৈশিক শিরার দুই খানি অতি সূক্ষ্ম আবরণ মাত্র ব্যবধান থাকে। বায়ুস্থিত

অক্সিজেন্ এই আবরণের মধ্য দিয়া রক্তের সহিত মিশ্রিত হয়। অক্সিজেন্-মিশ্রিত রক্ত ফুস্ ফুস্ হইতে প্রথমতঃ হৃৎপিণ্ডে গমন করে, পরে তথা হইতে সমস্ত শরীরে পরিচালিত হয়।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে আমাদিগের শরীর মধ্যে নিরন্তর মৃদু দাহন-ক্রিয়া সংসাধিত হইতেছে এবং উহার ফলস্বরূপ কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প ও অন্যান্য দূষিত পদার্থ সর্ব্বদা উৎপন্ন হইতেছে। নিশ্বাসগৃহীত অক্সিজেন্ বাষ্প রক্তের সহিত শরীর মধ্যে সঞ্চারিত হইয়া উক্ত দাহন-ক্রিয়া সাধন করে। এই রূপে রক্ত হইতে অক্সিজেনের ভাগ অপসৃত হইলে দাহন-ক্রিয়া জনিত কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প প্রভৃতি দূষিত পদার্থ রক্তের সহিত মিশ্রিত হইয়া ফুস্ফুস্ মধ্যে পুনরায় আগমন করে এবং প্রশ্বাসের সহিত পরিত্যক্ত হয়। এইরূপে নিশ্বাস ও প্রশ্বাস-ক্রিয়া দ্বারা শরীরস্থ রক্ত অনবরত শোধিত হয় এবং দূষিত পদার্থ সমূহ শরীর হইতে নির্গত হইয়া যায়।

আমরা এক মিনিটে ১৫ হইতে ১৮ বার নিশ্বাস গ্রহণ করিয়া থাকি; প্রতি প্রশ্বাসের সহিত ৩৫০ হইতে ৭০০ ঘন সেণ্টিমিটার্ আয়তনের বায়ু ফুস্ফুস্ হইতে নির্গত হইয়া যায় কিন্তু ইহাতেও ফুস্ফুস্ সম্পূর্ণ বায়ুশূন্য হয় না— প্রশ্বাস ত্যাগের পরেও কিয়দংশ বায়ু ফুস্ফুস্ মধ্যে থাকিয়া যায়।

যে বায়ু নিশ্বাস রূপে গৃহীত হয়, তাহার প্রতি ১০,০০০ ভাগে সচরাচর ৪ ভাগ কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প ও অল্প পরিমাণে জল-বাষ্প থাকিতে দেখা যায়; কিন্তু জান্তব অঙ্গারক পদার্থ তন্মধ্যে থাকে না। প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ুর প্রতি ১০,০০০ ভাগে ৩০০ হইতে ৬০০ ভাগ কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প, পূর্ব্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে জল-বাষ্প এবং জান্তব অঙ্গারক পদার্থ বিদ্যমান থাকে। রোগে, ব্যায়াম করিলে, নিদ্রার সময়, আহারান্তে বা উপবাস করিলে প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ুতে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিডের পরিমাণ সুস্থাবস্থা হইতে অনেক পৃথক্ হইয়া থাকে। ১ জন যুবা পুরুষ প্রতি ঘণ্টায় প্রায় ২০ লিটার্ আয়তনের কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প প্রশ্বাসের সহিত পরিত্যাগ করে; এই পরিমাণ কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ হইতে প্রায় ১৬৩ গ্রেন্ কয়লা প্রাপ্ত হওয়া যায় সুতরাং প্রতিদিন একটী মনুষ্যের শরীর হইতে প্রশ্বাসের সহিত ৩৯১২ গ্রেন্ (প্রায় ১ পোয়া) ওজনের কয়লা নির্গত

হইয়া যায়। এই পরিমাণ কয়লা প্রত্যহ প্রতিদিন আমাদিগের প্রত্যেকের শরীরে দগ্ধ হইতেছে এবং উক্ত দাহন-ক্রিয়া দ্বারা শরীরে বল সঞ্চিত ও তাপ রক্ষিত হইয়া থাকে।

বায়ু-সঞ্চালন (Ventilation)

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ুর ১০০ ভাগে প্রায় ৪ ভাগ কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প বিদ্যমান থাকে। এরূপ বিষাক্ত বায়ু নিশ্বাস গ্রহণের পক্ষে সম্পূর্ণ অনুপযোগী। আমরা প্রতি মিনিটে প্রায় ১৮ বার নিশ্বাস গ্রহণ ও প্রশ্বাস ত্যাগ করি, সুতরাং স্বল্পকাল মধ্যেই আমাদিগের চতুর্দ্দিকস্থ বায়ুরাশি বিষাক্ত হইয়া পড়ে। আমরা গৃহ মধ্যে রাত্রিকালে দীপ জ্বালাইয়া থাকি এবং শীত কালে কাষ্ঠ বা কয়লা জ্বালাইয়া শীত নিবারণ করি। তৈল, কাষ্ঠ, কয়লা বা গ্যাস্ দগ্ধ হইলে প্রচুর পরিমাণে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প উৎপন্ন হয় ইহাও ইতিপূর্ব্বে সবিস্তারে বর্ণিত হইয়াছে। উপরোক্ত কারণ সকলের সমবায়ে আমাদিগের চতুর্দ্দিকস্থ বায়ুতে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিডের পরিমাণ এত অধিক হয় যে তাহা নিশ্বাসরূপে গ্রহণ করিলে নিশ্চয় প্রাণ বিনাশ হইবার কথা; কিন্তু যে কারণে এরূপ দুর্ঘটনা কদাচ ঘটিতে দেখা যায়, তাহাই এস্থলে আমাদিগের আলোচ্য। নিশ্বাস গ্রহণোপযোগী বায়ুর প্রতি ১০০ ভাগে ·০৬ ভাগের অধিক কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প বিদ্যমান থাকা উচিত নহে। যদি আমরা কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত বিষাক্ত বায়ুর সহিত বিশুদ্ধ বায়ু এরূপ অধিক পরিমাণে মিশ্রিত করিতে সক্ষম হই যে উক্ত মিশ্রিত-বায়ু মধ্যে কার্ব্বনিক্য়্যাসিডের পরিমাণ শতকরা ·০৬ ভাগের অধিক না হয়, তাহা হইলে উক্ত বায়ু নিশ্বাস গ্রহণের পক্ষে সম্পূর্ণ উপযোগী হইতে পারে। বায়ু-সঞ্চালন দ্বারা আমাদিগের এই উদ্দেশ্য সাধিত হয়। এইরূপে বিশুদ্ধ বায়ু বিষাক্ত বায়ুর সহিত ক্রমাগতঃ মিশ্রিত হইলে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিডের পরিমাণ কমিয়া গিয়া স্বাভাবিক অবস্থা প্রাপ্ত হয় এবং উক্ত বায়ু পুনরায় শ্বাস-গ্রহণোপযোগী হইয়া থাকে।

কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প সোডাওয়াটার্, লেমনেড্, বিয়ার্, শ্যাম্পেন্ প্রভৃতি পানীয় দ্রব্যের সহিত উদরস্থ হইলে বিষের কার্য্য করে না; কিন্তু নিশ্বাস রূপে গৃহীত হইলে রক্তের সহিত অক্সিজেন-মিশ্রণের প্রতিবন্ধকতা সাধন করিয়া গৌণ

ভাবে বিষের কার্য্য করে। স্বাভাবিক পরিমাণ অপেক্ষা কিঞ্চিদধিক পরিমাণে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প বায়ু মধ্যে থাকিলে কেহ কেহ ক্লেশ অনুভব করেন, কেহ বা অপেক্ষাকৃত অধিক পরিমাণ সহ্য করিতে পারেন ; কিন্তু সাধারণতঃ ইহা বলা যাইতে পারে যে বায়ু মধ্যে শতকরা ১ ভাগের অধিক কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প থাকিলে উহা শ্বাসগ্রহণের পক্ষে একান্ত অনুপযোগী। বায়ুতে শতকরা ৫ ভাগ কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প থাকিলে, অনেকেরই শিরঃপীড়া ও দৈহিক অবসন্নতা উপস্থিত হয়। ইহাপেক্ষা অধিক পরিমাণ কার্ব্বনিক য়্যাসিড্ বাষ্প থাকিলে সংজ্ঞা-লোপ হয় এবং এই বাষ্পের পরিমাণ শতকরা ৮ বা ৯ ভাগ হইলে শ্বাসরোধ হইয়া মৃত্যু উপস্থিত হয়।

কলিকাতার অন্ধকূপহত্যার বিবরণ কাহারও অবিদিত নাই। একটী মাত্র ক্ষুদ্রগবাক্ষযুক্ত অনতি-পরিসর গৃহ মধ্যে কয়েক ঘণ্টা পরস্পরের পরিত্যক্ত কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প পরিপূর্ণ বিষাক্ত প্রশ্বাস-বায়ু নিশ্বাস রূপে গ্রহণ করিয়া ১৪৬ জনের মধ্যে ১২৩ জন মৃত্যুমুখে পতিত হইয়াছিল। প্রাতে উক্ত গৃহের দ্বার উন্মুক্ত হইলে ২৩ জন মাত্র লোক কোন রূপে জীবিত রহিয়াছে দৃষ্ট হইল। প্রশ্বাস বায়ু কিরূপ বিষাক্ত এই লোমহর্ষণ করুণ ঐতিহাসিক ঘটনাই তাহার প্রকৃষ্ট উদাহরণ স্থল।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে শ্বাসোপযোগী বায়ুতে শতকরা ·০৬ ভাগের অধিক কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প থাকা উচিত নহে, এবং বায়ু-সঞ্চালন দ্বারা প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ুতে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিডের পরিমাণ কমাইয়া উহাকে পুনরায় শ্বাসোপযোগী করা যাইতে পারে। কি উপায় অবলম্বন করিলে বাসগৃহ প্রভৃতি স্থানে বায়ু সর্ব্বদা অবাধে সঞ্চালিত হইতে পারে, সম্প্রতি তাহাই আমাদিগের আলোচনার বিষয়।

ভারতবর্ষের ন্যায় গ্রীষ্ম-প্রধান দেশে বাস গৃহ মধ্যে বায়ু-সঞ্চালনের নিমিত্ত কোন বিশেষ ব্যয়-সাধ্য উপায় অবলম্বন করিতে হয় না। গ্রীষ্মের আতিশয্য বশতঃ বৎসরের মধ্যে প্রায় নয় মাস কাল বাস গৃহের দরজা, জানালা প্রভৃতি বায়ু-পথ সকল সর্ব্বদাই উন্মুক্ত রাখিতে হয়, সুতরাং গৃহ মধ্যে বায়ু গমনাগমনের কোন রূপ প্রতিবন্ধকতা না হইবারই কথা। কিন্তু অজ্ঞতানিবন্ধন প্রকৃতিদত্ত এরূপ সৌকর্য্য সত্ত্বেও বহুসংখ্যক লোক বিশুদ্ধ বায়ুসেবনাভাবে দুর্ব্বল, রুগ্ন ও অল্প মৃত্যু-

মুখে পতিত হইতেছে। গৃহে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র দরজা বা জানালা না থাকিলে বায়ু কখনই অবাধে গমনাগমন করিতে পারে না, কিন্তু দুঃখের বিষয় এই যে এ দেশের অধিকাংশ লোকেরই এ বিষয়ে সম্যক্ দৃষ্টি নাই; ক্ষুদ্র গবাক্ষবিশিষ্ট দুই একটী গৃহ নির্ম্মাণ করিয়া কোন ক্রমে দিনপাত করিতে পারিলেই আপনাদিগকে ধন্য মনে করেন। শরীর পরিচ্ছন্ন রাখিবার জন্য এ দেশীয় লোকে যে সকল সুনিয়ম অনুসরণ করেন তাহা অতীব প্রশংসনীয়। দন্তমার্জ্জন, স্নান, দুই তিন বার বস্ত্রাদি ত্যাগ প্রভৃতি আমাদিগের প্রাত্যহিক ক্রিয়া স্বাস্থ্যরক্ষার পক্ষে বিশেষ উপযোগী, কিন্তু অধিকাংশ স্থলে নিতান্ত অন্ধের ন্যায় আমরা এই সকল নিয়ম প্রতিপালন করিয়া থাকি। অতি শুভ্র পরিষ্কার বস্ত্রে একটী ভাত পড়িলে উহাকে তৎক্ষণাৎ অশুচি ("সক্‌ড়ি") বলিয়া পরিত্যাগ করতঃ দুর্গন্ধময় অতি মলিন (কিন্তু জলে কাচা) বস্ত্র পরিধান করিতে সঙ্কুচিত হইনা! যে গৃহে বাস করি, তাহার অভ্যন্তর প্রদেশ পরিষ্কার রাখিতে আমরা সর্ব্বদা যত্নশীল হই কিন্তু বাটীর বাহিরে মল, মূত্র, দুর্গন্ধময় আবর্জ্জনারাশি বা জঙ্গল থাকিলে তাহা পরিষ্কার করিতে নিতান্ত ঔদাস্য প্রকাশ করিয়া থাকি। কলিকাতা সহরের মধ্যে অনেকানেক ধনী সম্ভ্রান্ত লোকের বাটীতে এরূপ দেখা গিয়াছে যে, অন্দরস্থ প্রাঙ্গণ মল, মূত্র ও আবর্জ্জনারাশি দ্বারা আবহমান কাল পরিপূর্ণ হইয়া রহিয়াছে অথচ লক্ষপতি গৃহস্বামী বহুপরিবারসমন্বিত হইয়া উক্ত নরককুণ্ডের চতুষ্পার্শ্বস্থিত অগণ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কুটুরীতে পুত্রপৌত্রাদিক্রমে সচ্ছন্দে বাস করিতেছেন! অনেকেরই পাকগৃহের পার্শ্বে কেশ, পাকগৃহ-ধৌত জল, আবর্জ্জনা প্রভৃতি ফেলিবার জন্য একটী নালা বা ডোবা থাকে। অধিক দূরে ফেলিতে গেলে পাচকের বিশেষ অসুবিধা ও কষ্ট হইবার সম্ভাবনা, সেই জন্য এইরূপ সুবন্দোবস্ত করা হয়! চির সঞ্চিত এই আবর্জ্জনারাশি হইতে দুর্গন্ধময় বাষ্প নির্গত হইয়া পাকগৃহে রক্ষিত অন্ন ব্যঞ্জন কি পরিমাণে দূষিত করে তাহা কেহই একবার ভাবিয়া দেখেন না। বিশেষতঃ বর্ষাকালে এই সকল নালা, ডোবা জলে পরিপূর্ণ হইয়া উঠে এবং পাকগৃহে পচা জলের সহিত কত কীট ও কৃমি প্রবেশ করে, এবং কে বলিতে পারে যে পাচকের অনবধানতা বশতঃ উহারা গৃহস্থের উদরস্থ না হয়! কিন্তু এ সকল বিষয়ের প্রতিবিধান করা আমরা একেবারেই আবশ্যক বিবেচনা করি না।

কলিকাতাবাসী অনেকেরই সম্প্রতি এ বিষয়ে দৃষ্টি পড়িয়াছে এবং এ সম্বন্ধে উন্নতিবিধান করিতে তাঁহারা সচেষ্ট হইয়াছেন; কিন্তু পল্লীগ্রামে স্বাস্থ্যরক্ষার এই সকল সুনিয়ম প্রতিপালন সম্বন্ধে লোকের এখনও যথেষ্ট ঔদাস্য লক্ষিত হয়।

আমাদিগের বঙ্গদেশে বৎসরের অধিকাংশ সময় দক্ষিণ দিক হইতে বায়ু প্রবাহিত হয়, এজন্য এদেশে বাসগৃহের দরজা ও জানালাগুলি উত্তর দক্ষিণমুখী ও ঠিক ঋজু ঋজু হওয়া উচিত। গৃহের চতুষ্পার্শ্বেই দরজা জানালা থাকিলে বড়ই ভাল হয়। প্রত্যেক গৃহের বায়ু নির্গমনের স্বতন্ত্র পথ রাখা কর্ত্তব্য অর্থাৎ যাহাতে এক গৃহের দূষিত বায়ু অপর গৃহে প্রবেশ করিতে না পারে, তাহার সুবন্দোবস্ত করা উচিত। বাসগৃহের ছাদের নীচের দেওয়ালে কতকগুলি ছিদ্র রাখা কর্ত্তব্য; প্রশ্বাস-ত্যক্ত বায়ু ও দীপালোক-সম্ভূত কার্ব্বনিক্ য্যাসিড্ বাষ্প উষ্ণতা হেতু ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া এই সকল ছিদ্র দিয়া বাহির হইয়া যায় এবং উন্মুক্ত দ্বার ও জানালা দিয়া বহিঃস্থিত বিশুদ্ধ শীতল বায়ু গৃহমধ্যে প্রবেশ করিয়া উহার স্থান অধিকার করে। বিশেষতঃ বিদ্যালয়, কারখানা, সভাগৃহ প্রভৃতি যে সকল স্থানে এককালীন বহু লোকের সমাবেশ হয়, তথায় দেওয়ালের উপরিভাগে অনেকগুলি ছিদ্র এবং সমস্ত বায়ুপথ সর্ব্বদা উন্মুক্ত রাখা উচিত। এই একই কারণে শীতকালেও আমাদিগের শয়নগৃহের অন্ততঃ একটী ঋজু বায়ুপথ খুলিয়া রাখা উচিত।

ইংলণ্ড প্রভৃতি শীত-প্রধান দেশে বাসগৃহের বায়ুপথ সর্ব্বদা উন্মুক্ত রাখা একেবারেই অসম্ভব, এজন্য তথায় চিম্‌নি (Chimney) দ্বারা বায়ু-সঞ্চালন কার্য্য সম্পন্ন হইয়া থাকে। শীতের প্রাদুর্ভাব হেতু অগ্নিসেবনের নিমিত্ত গৃহমধ্যে একটী উনান (Hearth) এবং ধূমনির্গমনের জন্য উহার উপর একটী চিম্‌নি নির্ম্মিত হইয়া থাকে। উনানের মধ্যে অগ্নি প্রজ্জ্বলিত হইলে বায়ু উত্তপ্ত হইয়া চিম্‌নি দ্বারা ঊর্দ্ধে উত্থিত হয়; সুতরাং গৃহস্থিত বায়ু ক্রমাগত উনানের মধ্যে প্রবেশ করিয়া উহার স্থান অধিকার করে। যদিও গৃহের কপাট সর্ব্বদা রুদ্ধ থাকে, তথাপি দরজা ও জানালার ছিদ্র দ্বারা বহিঃস্থ বিশুদ্ধ বায়ু নিরন্তর গৃহমধ্যে প্রবেশ করে, সুতরাং এইরূপে একটী বায়ু-প্রবাহ গৃহমধ্যে অবিরাম সঞ্চালিত হইয়া প্রশ্বাস ও দাহন-ক্রিয়া-জনিত কার্ব্বনিক্ য্যাসিড্ বাষ্পমিশ্রিত দূষিত বায়ুকে গৃহমধ্যে সঞ্চিত হইতে দেয় না।

ভূগর্ভ-নিহিত গভীর খনির মধ্যেও চিম্‌নি সহযোগে বায়ু সঞ্চালিত হয়। এরূপ স্থলে একটীর পরিবর্ত্তে দুইটী চিম্‌নি ব্যবহৃত হয়। দুইটী চিম্‌নিই খনির মধ্য হইতে উত্থিত হইয়া ভূমির উপরিভাগে কিয়দ্দূর পর্য্যন্ত বিস্তৃত থাকে। একটী চিম্‌নির নীচে অগ্নি প্রজ্জ্বলিত করা হয়, ইহা দ্বারা খনিমধ্যস্থ দূষিত বায়ু নির্গত হইয়া যায়; অপর চিম্‌নি দ্বারা বহিঃস্থ বিশুদ্ধ বায়ু খনির মধ্যে প্রবেশ করে।

যে চিম্‌নি দ্বারা দূষিত বায়ু নির্গত হইয়া যায়, তাহার ঊর্দ্ধমুখে একখানি চক্রাকার পাখা অনবরত ঘুরাইলে অভ্যন্তরস্থ বায়ু আকৃষ্ট হইয়া অতি শীঘ্র ঊর্দ্ধে উঠিয়া যায়, সুতরাং গৃহমধ্যে বায়ু সঞ্চালন ক্রিয়া দ্রুতভাবে সম্পন্ন হইয়া থাকে। জাহাজের তলদেশ হইতে বায়ু-সঞ্চালন জন্য যে চিম্‌নি ঊর্দ্ধে উত্থিত হয়, তাহার ঊর্দ্ধ মুখ যে দিক হইতে বায়ু প্রবাহিত হয়, তাহার বিপরীত দিকে ফিরান থাকে; বায়ু বহিবার সময় চিম্‌নির মুখে লাগিয়া অন্যদিকে ফিরিয়া যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে চিম্‌নির অভ্যন্তরস্থ বায়ুকে শীঘ্র ঊর্দ্ধে টানিয়া লয়। এইরূপে জাহাজের তলদেশে সুচারুরূপে বায়ু সঞ্চালিত হইয়া থাকে।

হাইড্রোজেন্-যুক্ত কার্ব্বন্ যৌগিক।

প্রকৃতি মধ্যে অঙ্গার ও হাইড্রোজেন্ মিলিত যৌগিক বহুল পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায়, কিন্তু আমরা বহু চেষ্টা করিয়াও এতদুভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন সহজে সংঘটন করিতে পারি না। পাথরিয়া কয়লা রুদ্ধপাত্রে দগ্ধ করিয়া কোল্‌গ্যাস্ প্রস্তুত করিবার সময় অঙ্গার ও হাইড্রোজেন্ মিলিত বিবিধ যৌগিক উৎপন্ন হয়।

অঙ্গার হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া যেরূপ অসংখ্য যৌগিক প্রস্তুত করে, অন্য কোন মূল পদার্থ সম্বন্ধে সেরূপ দেখিতে পাওয়া যায় না।

অঙ্গার ও হাইড্রোজেন্ মিলিত যৌগিক সকল হাইড্রো-কার্ব্বন্ (Hydro-Carbon) নামে অভিহিত। ইহারা অতি সহজ-দাহ্য পদার্থ; কোল্‌গ্যাসের মধ্যে ইহারা আছে বলিয়া উহা এত সহজে জ্বলিয়া থাকে।

স্বভাব-জাত হাইড্রো-কার্ব্বন্‌দিগের মধ্যে পেট্রোলিয়ম্ (Petroleum) সর্ব্ব প্রধান। ইহা মৃত্তিকাভ্যন্তরে তরল ও বাষ্পাকারে প্রাপ্ত হওয়া যায়। পেট্রোলিয়ম্ বহুসংখ্যক হাইড্রো-কার্ব্বনের মিশ্রণে উৎপন্ন।

পেট্রোলিয়ম্ পরিস্রুত করিয়া কেরোসিন্ তৈল প্রস্তুত হয়। পরিস্রুত করিবার সময় ন্যাপ্‌থা (Naphtha), বেন্‌জিন্ (Bengene) প্রভৃতি অল্প তাপমাত্রায় দাহ্য তরল পদার্থ সকল প্রথমতঃ পৃথক্ হইয়া আইসে, পরে তাপ-মাত্রার আধিক্য হইলে কেরোসিন্ তৈল পৃথক্ হইয়া পড়ে। ন্যাপ্‌থা, বেন্‌জিন্ প্রভৃতি সহজ-দাহ্য হাইড্রো-কার্ব্বন্ কেরোসিনের সহিত মিশ্রিত থাকিলে উক্ত তৈল সামান্য উত্তাপেই জ্বলিয়া উঠিয়া বিপৎপাতের সম্ভাবনা; এজন্য জ্বালানি কেরোসিন্ তৈল হইতে উহাদিগকে পৃথক্ করিয়া লওয়া আবশ্যক। কেরোসিন্ তৈল পরিস্রুত হইয়া গেলে পর পাত্রমধ্যে যে গাঢ় তৈলবৎ পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তাহা হইতে প্যারাফিন্ (Paraffin) নামক একটী নিরেট হাইড্রো-কার্ব্বন্ প্রস্তুত হয়। প্যারাফিন্ হইতে বাতি নির্ম্মিত হইয়া থাকে এবং উহা অন্য ব্যবহারেও লাগে। পেট্রোলিয়ম-স্থিত হাইড্রো-কার্ব্বন্‌দিগের মধ্যে মিথেন্ বা মার্শ্-গ্যাস্ (Methane or Marsh gas) সর্ব্ব প্রধান। ইহার সাঙ্কেতিক চিহ্ন CH_4। এতদ্ব্যতীত ইথেন্ (Ethane, C_2H_6), প্রোপেন্ (Propane, C_3H_8) প্রভৃতি অন্যান্য হাইড্রো-কার্ব্বন্‌ও পেট্রোলিয়মে বিদ্যমান থাকে।

হাইড্রো-কার্ব্বন্‌গুলি সাধারণতঃ মিথেন্, ইথিলিন্, য়্যাসিটিলিন্, বেন্‌জিন্ প্রভৃতি কতিপয় শ্রেণীতে বিভক্ত, এবং এই এক এক শ্রেণীর মধ্যে সমধর্ম্মবিশিষ্ট কতকগুলি হাইড্রো-কার্ব্বন্ আছে। প্রত্যেক শ্রেণীর অন্তর্গত হাইড্রোকার্ব্বন্‌দিগের মধ্যে এক অতি সরল সম্বন্ধ বিদ্যমান থাকিতে দেখা যায়। মিথেন্ শ্রেণীর অন্তর্ভূত আটটী হাইড্রো-কার্ব্বনের নাম ও সাঙ্কেতিক চিহ্ন নিম্নে প্রদত্ত হইল ; যথা—

মিথেন্	Methane,	CH_4	পেণ্টেন্	Pentane,	C_5H_{12}
ইথেন্	Ethane,	C_2H_6	হেক্সেন্	Hexane,	C_6H_{14}
প্রোপেন্	Propane,	C_3H_8	হেপ্টেন্	Heptane,	C_7H_{16}
বিউটেন্	Butane,	C_4H_{10}	অক্টেন্	Octane,	C_8H_{18}

এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, মিথেন্ ও ইথেনের মধ্যে প্রভেদ এই যে শেষোক্ত পদার্থে প্রথমোক্ত পদার্থ অপেক্ষা CH_2 অধিক আছে ; যথা—

মিথেন্ CH_4 এবং ইথেন্ $CH_4 + CH_2 = C_2H_6$.

এইরূপে উপরোক্ত তালিকাভুক্ত হাইড্রো-কার্ব্বন্‌গুলির পরস্পর সম্বন্ধ আলোচনা করিলে ইহা প্রতীয়মান হয় যে, শুদ্ধ CH_2 চিহ্নক হাইড্রো-কার্ব্বনের সংযোগে একটী হইতে অপরটী উৎপন্ন হইয়া থাকে। এই প্রণালী অবলম্বনে গঠিত হাইড্রো-কার্ব্বনের শ্রেণীকে ইংরাজীতে হমলোগস্ (Homologous) কহে।

মিথেন্ শ্রেণীর ন্যায় ইথিলিন্ (C_2H_4), য়্যাসিটিলিন্ (C_2H_2), বেন্‌জিন্ (C_6H_6) প্রভৃতি ভিন্ন ভিন্ন শ্রেণীভুক্ত হাইড্রো-কার্ব্বন্‌গুলির মধ্যেও পূর্ব্বোক্তরূপ সরল সম্বন্ধ লক্ষিত হয়। বাহুল্যভয়ে এস্থলে তাহাদিগের অবতারণা করা গেল না।

নিম্নে কয়েকটী প্রয়োজনীয় হাইড্রো-কার্ব্বনের বিষয় সংক্ষেপে বর্ণিত হইল।

১ম। মিথেন্ বা মার্শগ্যাস্ (Methane, CH_4)—পেট্রোলিয়মের মধ্যে এই বাষ্প অবস্থিতি করে; জলাভূমিতে উদ্ভিজ্জ-পদার্থ পচিয়া এই বাষ্প প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয়, এজন্য ইহা জলা-বাষ্প নামে অভিহিত।

পাথরিয়া কয়লার খনির মধ্যেও এই বাষ্প অল্পাধিক পরিমাণে থাকিতে দেখা যায়; খনির মধ্যে যাহারা কর্ম্ম করে, তাহাদিগের নিকট ইহা ফায়ার্-ড্যাম্প্ (Fire-damp) নামে পরিচিত। ইহা বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া স্ফোটন-শীল একটী মিশ্র-বাষ্প প্রস্তুত করে, অগ্নিসংযোগ মাত্রেই উহা জ্বলিয়া উঠে। এই কারণে পাথরিয়া কয়লার খনির ভিতর আলোক লইয়া গেলে মধ্যে মধ্যে ভয়ানক অগ্নিকাণ্ড উপস্থিত হইয়া বহুসংখ্যক লোক মৃত্যুমুখে পতিত হইত। স্যার্ হম্ফ্রে ডেভি কর্ত্তৃক আবিষ্কৃত দীপ দ্বারা এইরূপ ভয়ঙ্কর দুর্ঘটনা সম্পূর্ণরূপে নিরাকৃত হইয়াছে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—সোডিয়ম্ য়্যাসিটেট্ নামক লবণ কষ্টিক্ পটাশ্ এবং চূণের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে মার্শ্‌গ্যাস্ উৎপন্ন হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—জলা-বাষ্প বর্ণহীন ও অদৃশ্য; ইহার কোন আস্বাদ বা গন্ধ নাই। ইহা দগ্ধ হইলে কার্ব্বনিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প ও জল উৎপন্ন হয়। বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া অগ্নি সংযুক্ত হইলে স্ফোটন হয়।

২য়। ইথিলিন্ (Ethelene, C_2H_4)—সুরা-সার ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয়।

ইহা বর্ণ হীন ও দাহ্য—অগ্নিসংযোগে ধূমযুক্ত আলোক নিঃসৃত করিয়া জ্বলিতে থাকে।

৩য়। য়্যাসিটিলিন্ (Acetylene, C_2H_2)—তৈল-সংযুক্ত প্রদীপ জ্বলিবার সময় এই বাষ্প উৎপন্ন হয়। ইহা দুর্গন্ধ যুক্ত, প্রদীপ নিবাইয়া দিলে এই গন্ধ অনুভূত হইয়া থাকে। য়্যাসিটিলিন্ উজ্জ্বল শিখা বিস্তার করিয়া জ্বলিয়া থাকে।

কোল্-গ্যাস্ (Coal Gas)

আমরা কলিকাতার পথে যে গ্যাসের আলোক দেখিতে পাই, তাহা কোল্-গ্যাস্ জ্বালাইয়া উৎপন্ন হইয়া থাকে। পাথরিয়া কয়লা হইতে কোল্-গ্যাস্ প্রস্তুত হয়। একটী রুদ্ধ পাত্রে পাথরিয়া কয়লা রাখিয়া সমধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আল্‌কাতরা (Tar), য়্যামোনিয়া এবং কোল্-গ্যাস্ অন্যান্য পদার্থের সহিত নির্গত হয় এবং কোক্ পাত্রমধ্যে অবশিষ্ট থাকে; ইহা আমরা ইন্ধনরূপে ব্যবহার করি। রুদ্ধ পাত্রের সহিত কয়েকটী নল সংযোগ করিয়া শীতল জলে নলগুলির মুখ নিমজ্জিত করিয়া রাখিলে আল্‌কাতরা উহার তলদেশে স্থিত হয়, য়্যামোনিয়া-বাষ্প জলের মধ্যে দ্রব হইয়া থাকে এবং কোল্-গ্যাস্ বুদ্বুদাকারে নল হইতে জলের মধ্য দিয়া উত্থিত হয়। এই বাষ্প গ্যাসোমিটর্ (Gasometer) নামক বৃহদাকার পাত্রে সঞ্চিত হয়, পরে চাপ দ্বারা গ্যাসোমিটর্ হইতে উহা নলসংযোগে রাজপথ ও অন্যান্য স্থলে নীত হইয়া জ্বালান হইয়া থাকে।

নাইট্রোজেন্-যুক্ত কার্ব্বন্ যৌগিক।

সাইনোজেন্ (Cyanogen, CN)—কার্ব্বন্ ও নাইট্রোজেনের মিলনে এই বাষ্প উৎপন্ন হয়।

কার্ব্বন্ সহজে নাইট্রোজেনের সহিত মিলিত হয় না। কিন্তু এই দুই পদার্থ এবং কার্ব্বনেট্ অব্ পোটাসিয়ম্ নামক লবণ একত্রিত করিয়া অত্যধিক উত্তাপ প্রয়োগ করিলে পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ (Potassium Cyanide, KCN) নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ মার্কিউরিক্ যৌগিকের সহিত মিলিত হইলে মার্কিউরিক্ সায়ানাইড্ [$Hg(CN)_2$] উৎপন্ন হয় এবং ইহা উত্তাপ সংযোগে বিশ্লিষ্ট হইয়া সাইনোজেন্ (Cyanogen) নামক বাষ্প উৎপাদন করে।

সাইনোজেন্ অদৃশ্য, বর্ণ ও গন্ধহীন বিষাক্ত বাষ্প; ইহা জলে সহজে দ্রবনীয় এবং দাহ্য—অগ্নিসংযোগে গোলাপীবর্ণ শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে।

হাইড্রো-সায়ানিক্ য়্যাসিড্ (Hydro-Cyanic Acid, HCN)—কার্ব্বন্ হাইড্রোজেন্ ও নাইট্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া এই ভয়ঙ্কর বিষাক্ত পদার্থ উৎপাদন করে। ইহা তিক্ত বাদাম ও অন্যান্য কতকগুলি ফলের মধ্যে স্বভাবতঃ স্বল্প পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—শৃঙ্গ, নখর, কেশ, রক্ত প্রভৃতি জান্তব্ পদার্থ পোটাসিয়ম্ কার্ব্বনেট্ ও লৌহের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে পোটাসিয়ম্ ফেরো-সায়ানাইড্ (Potassium Ferro-Cyanide, $K_4 Fe(CN)_6 + 6H_2O$) নামক লবণ প্রস্তুত হয়, পরে অধিকতর উত্তাপ সংযোগে উহা বিশ্লিষ্ট হইয়া পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ নামক লবণে পরিণত হয়।

পোটাসিয়ম্ সায়ানাইডের সহিত কোন দ্রাবক মিশ্রিত হইলে হাইড্রো-সায়ানিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প নির্গত হয়; যথা—

$$2KCN + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2HCN$$

পোটাসিয়ম্ ফেরো-সায়ানাইডের সহিত জলমিশ্রিত কোন দ্রাবক মিশ্রিত করিলেও এই বাষ্প উৎপন্ন হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—হাইড্রো-সায়ানিক্ য়্যাসিড্ উদ্বেয়, বর্ণহীন, বাদামের ন্যায় গন্ধবিশিষ্ট তরল দ্রাবক। বাষ্পাবস্থায় অগ্নি সংযোগে ঈষৎ গোলাপীবর্ণের শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে। ইহা জলে অতি সহজে দ্রব হইয়া জলমিশ্রিত (Diluted) হাইড্রো-সায়ানিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত করে। এই দ্রাবক অতিশয় বিষাক্ত পদার্থ। ইহার এক বিন্দু বা জল-মিশ্রিত দ্রাবকের ১ ড্রাম্ মাত্র উদরস্থ হইলে প্রাণবিয়োগ হয়; সেবন করিবামাত্র রোগী চীৎকার করিয়া তৎক্ষণাৎ অচেতন হয় এবং স্বল্পক্ষণ মধ্যে মৃত্যুমুখে পতিত হইয়া থাকে। এই দ্রাবক অতিশয় সাবধানের সহিত প্রস্তুত ও ব্যবহার করা কর্ত্তব্য। ইহা অল্প মাত্রায় কিয়ৎক্ষণ আঘ্রাণ করিলেও শিরঃপীড়া ও অবসাদ উপস্থিত হয়। এই বিষ পান করিলে রোগীকে য়্যামোনিয়া, ক্লোরিন্ প্রভৃতি বাষ্পের আঘ্রাণ দেওয়া হয়, এস্থলে ইহারা বিষঘ্নের কার্য্য করে।

জল-মিশ্রিত হাইড্রো-সায়ানিক্ য়্যাসিড্ স্বল্পমাত্রায় ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়; বোতলের ছিপি খুলিয়া রাখিলে শীঘ্রই সমস্ত দ্রাবক উড়িয়া যায়, কেবল মাত্র জল অবশিষ্ট থাকে, এজন্য বোতলটী সর্ব্বদা ছিপিবদ্ধ করিয়া রাখা উচিত।

হাইড্রো-সায়ানিক্ য়্যাসিড্ বেসের সহিত মিলিত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে সায়ানাইড্ (Cyanide) কহে। ইহাদিগের মধ্যে পোটাসিয়ম্ সায়ানাইড্ নামক যৌগিক ফটোগ্রাফি, গিল্টিকরণ প্রভৃতি নানাবিধ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। ইহাও একটী বিষাক্ত পদার্থ।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। সিল্ভার্ নাইট্রেট্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ সিল্ভার্ সায়ানাইড্ প্রস্তুত হয়।

২। কষ্টিক্ পটাশ্ বা সোডা এবং ফেরস্ ও ফেরিক্ যৌগিকের দ্রাবণ সংযোগে নীলবর্ণ প্রসিয়ান্ ব্লু প্রস্তুত হয়; ইহা হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ সংযোগে পরিষ্কার হইয়া পৃথক্ হইয়া পড়ে।

৩। য়্যামোনিয়ম্ সল্ফাইড্ সংযোগে য়্যামোনিয়ম্ সল্ফো-সায়ানাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। ইহা ফেরিক্ ক্লোরাইডের দ্রাবণের সহিত মিশ্রিত হইলে উক্ত দ্রাবণ গাঢ় রক্তবর্ণ ধারণ করে।

অষ্টম পরিচ্ছেদ।

ক্লোরিন্ (Chlorine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Cl, পারমাণবিক গুরুত্ব ৩৫.৩৭।

১৭৭৪ খ্রীষ্টাব্দে শীল্ (Scheele) নামক বৈজ্ঞানিক পণ্ডিত এই মূল পদার্থ আবিষ্কার করেন। প্রকৃতিমণ্ডলে ক্লোরিন্‌কে অসংযুক্ত অবস্থায় দেখিতে পাওয়া যায় না। ইহা ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ক্লোরাইড্ নামক লবণ রূপে পৃথিবীর সর্ব্বত্র অবস্থিতি করে। সমুদ্রজলে ও ভূগর্ভে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ (খাদ্য-লবণ) প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ম্যাগ্নেশিয়ম্ ক্লোরাইড্ অল্প পরিমাণে সমুদ্রের জলে বিদ্যমান থাকে। পৃথিবীর স্থানে স্থানে পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ অল্লাধিক পরিমাণে দেখিতে পাওয়া যায়।

আমাদিগের শরীর মধ্যে রক্ত প্রভৃতি যে সকল তরল পদার্থ আছে, সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ তন্মধ্যে অধিক পরিমাণে অবস্থিতি করে। কিন্তু মাংসাদি নিরেট পদার্থে এবং উদ্ভিজ্জ মধ্যে ইহা অল্প পরিমাণে থাকে, এজন্য এই সকল পদার্থ খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হইবার সময় লবণ মিশ্রিত করিয়া লইতে হয়।

সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ নানাবিধ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কাচ, সাবান, মাটির বাসন প্রভৃতি অত্যাবশ্যকীয় পদার্থ নির্ম্মাণ করিবার জন্য ইহার প্রয়োজন হয়। এতদ্ব্যতীত হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্, ব্লীচিং পাউডার, কষ্টিক্ সোডা প্রভৃতি শিল্পকার্য্যে ব্যবহার্য্য নানাবিধ যৌগিক প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ইহা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—১। উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরিন্ বাষ্প নির্গত হয় এবং ম্যাঙ্গানীজ্ ক্লোরাইড্ নামক লবণ পাত্র মধ্যে অবশিষ্ট থাকে; যথা—

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$

৬০ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপীর মধ্যে উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া কূপীর মুখ একটী ছিদ্রযুক্ত ছিপি দ্বারা বদ্ধ কর। ছিদ্র মধ্যে একটী সরু, বক্র কাচনলের এক মুখ প্রবেশ করাইয়া দাও এবং নলের অপর মুখ একটী শুষ্ক কাচের বোতলের মধ্যে স্থাপন করিয়া কাচকূপীতে উত্তাপ প্রয়োগ কর। ক্লোরিন্ বাষ্প নল দ্বারা নির্গত হইয়া গুরুভার হেতু বায়ুকে স্থানচ্যুত করতঃ বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হইবে।

২। হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিডের পরিবর্ত্তে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ ও সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরিন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ক্লোরিন্ বাষ্প হরিদাভ পীতবর্ণ (Greenish yellow) ও স্বচ্ছ। ইহার গন্ধ অতীব উগ্র ও শ্বাসাবরোধক। নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাস-পথের প্রদাহ উপস্থিত হয় এবং অধিক মাত্রায় ঘ্রাণ করিলে শ্বাসরোধ হইয়া মৃত্যু ঘটিয়া থাকে। এই বাষ্প অতি সাবধানের সহিত প্রস্তুত ও ব্যবহার করা কর্ত্তব্য। যে বোতলে ক্লোরিন্ সঞ্চিত থাকে তাহা কখনই নাসিকার নিকটে উন্মুক্ত করা বিধেয় নহে। ক্লোরিন্ বাষ্প ঘ্রাণজনিত শ্বাস-কৃচ্ছ্র য়্যামোনিয়া ও সুরা-সার আঘ্রাণে কিয়ৎ পরিমাণে উপশমিত হয়।

এই বাষ্প বায়ু অপেক্ষা ২·৪৫ গুণ ভারী। সমধিক বায়ু-চাপ বা অত্যধিক শৈত্য সংযোগে ইহা প্রথমতঃ তরল পরে নিরেট অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

ক্লোরিন্ বাষ্প জলে দ্রবনীয় এবং পারদের সহিত একত্রিত হইলে উভয়ে মিলিত হইয়া একটী রাসায়নিক যৌগিক প্রস্তুত করে, একারণ অক্সিজেন্ প্রভৃতি অপরাপর বাষ্পের ন্যায় জল বা পারদপূর্ণ পাত্রে ইহাকে সঞ্চয় করিতে পারা যায় না। জলের সহিত মিশ্রিত হইলে ক্লোরিন্ ওয়াটার্ নামক পরিচায়ক (Reagent) প্রস্তুত হয়। ইহা কিছুদিন আলোক সংস্পর্শে থাকিলে নষ্ট হইয়া হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিডে পরিণত হয়। এজন্য ব্যবহার কালেই এই পরিচায়ক প্রস্তুত করা কর্ত্তব্য।

ক্লোরিন্ হাইড্রোজেনের সহিত আলোক সংস্পর্শে অতি সহজেই সম্মিলিত হয়। কোন পাত্র ক্লোরিন্ ও হাইড্রোজেন্ বাষ্প দ্বারা পূর্ণ করতঃ অন্ধকার মধ্যে রাখিলে উভয়ের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয় না, কিন্তু সূর্য্য বা দীপালোক সংস্পর্শে অনতিবিলম্বে উভয়ে সশব্দে মিলিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক

বাষ্প উৎপাদন করে। ক্লোরিন্ ও হাইড্রোজেন্ এতদুভয়ের মধ্যে এরূপ রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি আছে যে, হাইড্রোজেন্-যুক্ত কোন পদার্থের সহিত ক্লোরিন্ একত্রিত হইলে উক্ত পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন্‌কে বিচ্ছিন্ন করিয়া উভয়ে মিলিত হয় এবং এই রাসায়নিক মিলনের ফলস্বরূপ উত্তাপ ও আলোক উদ্ভূত হয়।

৬১ পরীক্ষা।—এক খণ্ড ব্লটিং কাগজ টার্পিন্ তৈলে সিক্ত করিয়া ক্লোরিন্‌পূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত কর; কাগজ খানি জ্বলিয়া উঠিবে এবং বোতলের অভ্যন্তর প্রদেশ ভূষা দ্বারা পরিব্যাপ্ত হইবে।

টার্পিন্ তৈলের মধ্যে হাইড্রোজেন্ আছে। এই হাইড্রোজেনের সহিত ক্লোরিনের এত সতেজে রাসায়নিক মিলন সংঘটিত হয় যে, আলোক উৎপন্ন হইয়া কাগজ খানি জ্বলিয়া উঠে এবং টার্পিন্ তৈলস্থিত অঙ্গার ভূষারূপে বোতলের মধ্যে সঞ্চিত হয়।

সহজ তাপ-মাত্রায় কতিপয় মূল পদার্থের সহিত ক্লোরিনের রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হয়।

৬২ পরীক্ষা।—ক্লোরিন্‌পূর্ণ বোতলের মধ্যে ক্ষুদ্র এক খণ্ড ফস্‌ফরাস্ নিক্ষেপ করিলে উহা তৎক্ষণাৎ জ্বলিয়া উঠে এবং ফস্‌ফরাস্ ট্রাই-ক্লোরাইড্ (PCl_3) নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হয়।

৬৩ পরীক্ষা।—ক্লোরিন্‌পূর্ণ বোতলের মধ্যে য্যান্টিমনি ধাতুর সূক্ষ্ম চূর্ণ নিক্ষেপ কর, ধাতুচূর্ণ অগ্নিময় দেখাইবে এবং য্যান্টিমনি ক্লোরাইড্ নামক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত হইবে।

ক্লোরিন্ বাষ্প সহজে উদ্ভিজ্জ বর্ণ নষ্ট করে, একারণ এই বাষ্প শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। উদ্ভিজ্জাত যে কোন বর্ণে রঞ্জিত বস্ত্রখণ্ড ঈষদার্দ্র করতঃ ক্লোরিন্ বাষ্প মধ্যে নিমজ্জিত করিলে উহা শীঘ্র বর্ণহীন হইয়া যায়; কিন্তু বস্ত্র শুষ্ক থাকিলে উহার বর্ণের কোন পরিবর্ত্তন ঘটে না। ইহার কারণ এই যে হাইড্রোজেনের সহিত প্রবল আকর্ষণী শক্তি বিধায় ক্লোরিন্ আর্দ্র-বস্ত্র-সংলগ্ন জল হইতে হাইড্রোজেন্ টানিয়া লয় ও অক্সিজেন্‌কে মুক্ত করিয়া দেয়; সুতরাং উদ্ভিজ্জ বর্ণ সমূহ মুক্ত-অক্সিজেন্-সংযুক্ত হইয়া বর্ণহীন হইয়া পড়ে।

৬৪ পরীক্ষা।—একটী লাল জবা ফুল ক্লোরিন্‌পূর্ণ বোতলের মধ্যে রাখিয়া দাও, ফুলটী শীঘ্র বর্ণহীন হইয়া যাইবে।

এই সকল দীপশলাকার কাঠি ক্রীড়াচ্ছলে-মুখমধ্যে প্রবেশ করাইয়া অ
সময় বিষাক্রান্ত হইতে পারে, এজন্য ইহাদিগের ব্যবহারে বিপৎপা
সম্ভাবনা ছিল। এক্ষণে ইহার পরিবর্ত্তে যে দীপশলাকা ব্যবহৃত হয়
সেফ্‌টি ম্যাচ্‌ (Safoty match) নামে অভিহিত—ইহা প্রস্তুত কর
নিমিত্ত রক্তবর্ণ ফস্‌ফরাস্‌ ব্যবহৃত হয়। য়্যাণ্টিমনি সল্‌ফাইড্‌ (
ক্লোরেট্‌ অব্‌ পটাশ্‌ ও বোতলচূর্ণ শিরীসের সহিত মিশ্রিত করিয়া কাঠির
লাগান হয় এবং বাক্সের দুই পার্শ্বে রক্তবর্ণ ফস্‌ফরাস্‌-লিপ্ত দুই
কাগজ আঁটা থাকে; দীপশলাকাব কাঠি বাক্স-সংলগ্ন এই কাগজে ঘ
জ্বলিয়া উঠে, অন্য কোথাও ঘর্ষিত হইলে জ্বলে না।

উদ্ভিজ্জ পদার্থ মধ্যে যে ফস্ফেট্‌ থাকে, তাহাই আমরা খাদ্যের স
গ্রহণ করিয়া শরীর পোষণের নিমিত্ত ফস্‌ফরাস্‌ প্রাপ্ত হই। উদ্ভিদেরা
হইতে ফস্ফেট্‌ গ্রহণ করে, এজন্য হাড়ের গুঁড়া ও অন্যান্য ফস্ফেট্‌ সং
পদার্থ ভূমিতে সার দিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ফস্‌ফরাস্‌ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফস্‌ফরাস্‌ অক্সাইড্‌ (P_4O_6)
ফস্‌ফরাস্‌ পেণ্টক্‌সাইড্‌ বা ফস্ফরিক্‌ য়্যান্‌হাইড্রাইড্‌ (Phosphor
Pentoxide or Phosphoric Anhydride, P_2O_5) নামক দুই
যৌগিক প্রস্তুত করে। ফস্‌ফরাস্‌ অধিক পরিমাণ বায়ু বা অক্সিজেন্‌ ম
জ্বলিলে ফস্‌ফরিক্‌ য়্যান্‌হাইড্রাইড্‌ শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে উৎপন্ন হয়; ইহা জল
সহিত মিশ্রিত হইলে ফস্‌ফরিক্‌ য়্যাসিড্‌ (H_3PO_4) প্রস্তুত হয়।

ফার্ম্মাকোপিয়ার ডাইলিউট্‌ ফস্‌ফরিক্‌ য়্যাসিড্‌ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। হরিদ্
বর্ণ ফস্‌ফরাস্‌, উগ্র নাইট্রিক্‌ য়্যাসিড্‌ ও পরিস্রুত জল একত্রিত করিয়া উত্তা
প্রয়োগ করিলে উগ্র ফস্‌ফরিক্‌ য়্যাসিড্‌ প্রস্তুত হয়। ইহার ৩ ভাগ, পরিস্রুত জ
সংযোগে ১ পাইণ্ট করিয়া লইলেই উক্ত জল-মিশ্রিত দ্রাবক প্রস্তুত হয়।

ফসফরাস্‌ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফস্‌ফিউরেটেড্‌ হাইড্রো
জেন্‌ (Phosphuretted Hydrogen, PH_3) নামক দুর্গন্ধ যু
বাষ্প প্রস্তুত করে। ইহা বায়ু সংস্পর্শে জ্বলিয়া শ্বেতবর্ণ ধূমময় চক্রাকা
ধারণ করে।

পরীক্ষা—একটী কাচ পাত্রে দস্তা, জল-মিশ্রিত সলফিউরিক্ য়্যাসিড্ এবং ক্ষুদ্র কয়েক খণ্ড ফস্ফরাস্ একত্রে রাখ। ফস্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ উৎপন্ন হইয়া বুদ্বুদাকারে ক্রমাগতঃ জল হইতে উত্থিত হইবে এবং বায়ু সংস্পর্শে জ্বলিয়া গোলাকার চক্র উৎপাদন করিবে।

ক্যাল্সিয়ম্ ফস্ফাইড্ নামক ফস্ফরাসের ধাতব যৌগিক জলের সহিত মিশ্রিত হইলেও ফস্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপন্ন হয়।

ফস্ফরাসের স্বরূপনিরূপণ।—১। ফস্ফরাস্-মিশ্রিত পদার্থ অন্ধকারে উজ্জ্বল দেখায়।

২। উগ্র নাইট্রিক্ য়্যাসিডের সহিত মিশ্রিত হইলে ফস্ফরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত হয় এবং নিম্নলিখিত প্রণালীতে পরীক্ষীত হইয়া থাকে—

ক। নাইট্রেট্ অব্ সিল্ভারের সহিত হরিদ্রাবর্ণ ফস্ফেট্ অব্ সিল্ভার্ প্রস্তুত হয়।

খ। উগ্র নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ ও য়্যামোনিয়ম্ মলিব্ডেটের দ্রাবণ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হরিদ্রাবর্ণ পদার্থ উৎপন্ন হয়।

গ। য়্যামোনিয়া ও ম্যাগ্নেসিয়ম্ সল্ফেটের দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ দানাযুক্ত য়্যামোনিয়ো-ম্যাগ্নেসিয়ান্ ফস্ফেট্ প্রস্তুত হয়।

আর্সেনিক্ (Arsenic)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন As, পারমাণবিক গুরুত্ব ৭৪.৯।

ধাতুর সহিত আর্সেনিকের কোন কোন অংশে সাদৃশ্য থাকিলেও ফস্ফরাসের সহিত ইহার রাসায়নিক ধর্ম্ম সম্বন্ধে এত অধিক সৌসাদৃশ্য লক্ষিত হয় য ইহা অধাতব পদার্থ মধ্যে পরিগণিত হইয়া থাকে।

আর্সেনিক্ কথন কথন খনিতে বিশুদ্ধাবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা সচরাচর গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া মনঃশিলা (Realgar, As_2S_2) ও হরিতাল (Orpiment, As_2S_3) রূপে আকরমধ্যে অবস্থিতি করে। এতদ্ব্যতীত ইহা লৌহ, নিকেল্, কোবল্ট্ প্রভৃতি ধাতুর সল্ফাইডের সহিত মিশ্রিত হইয়া আকরে থাকিতে দেখা যায়। মিস্পিক্‌ল্ (Mispickel) আর্সেনিকের একটী প্রধান খনিজ যৌগিক, সাধারণতঃ এই পদার্থ দগ্ধ করিয়া সেঁকোবিষ (White Arsenic, As_2O_3) প্রস্তুত হইয়া থাকে।

সেঁকোর সহিত কয়লা ও সোডিয়ম্ কার্ব্বনেট্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আর্সেনিক্ বাষ্পাকারে পৃথক হইয়া পাত্রের শীতলাংশে জমাট বাঁধে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা দেখিতে ঈষৎ কৃষ্ণবর্ণ, ভঙ্গ-প্রবণ ও ধাতব ঔজ্জ্বল্য বিশিষ্ট। উত্তাপ প্রয়োগে দ্রব না হইয়া ধূমাকারে উড়িয়া যায় এবং রশুনের গন্ধের ন্যায় এক প্রকার দুর্গন্ধ নির্গত হয়।

সেঁকো (Arsenious Acid, As_4O_6)—আর্সেনিক-মিশ্রিত খনিজ যৌগিককে বায়ুমধ্যে দগ্ধ করিলে আর্সেনিক্ বায়ু-স্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া আর্সেনিক্ ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। ইহার অপর নাম আর্সিনিয়স্ য়্যাসিড্, সাধারণতঃ ইহা শ্বেত আর্সেনিক্ (White Arsenic) বা আর্সেনিক নামে অভিহিত।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—আর্সিনিয়স্ য়্যাসিড্ সাধারণতঃ দ্বিবিধ আকারে অবস্থিতি করে—একটী অষ্টকোণবিশিষ্ট স্ফটিকাকার ও অপরটী প্রথমতঃ বর্ণহীন স্বচ্ছ কাচের ন্যায় থাকে, কিছুকাল পরে শ্বেতবর্ণ পোর্সিলেন্ বা এনামেলের আকার ধারণ করে। ইহা জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়; শীতল অপেক্ষা উষ্ণ জলে অধিকতর পরিমাণে দ্রব হয়। আর্সিনিয়স্ য়্যাসিডের চূর্ণ জলের সহিত মিশ্রিত করিলে অধিকাংশভাগই জলের উপরে ভাসিতে থাকে, এই কারণে অনেক সময় পানীয় দ্রব্যের সহিত বিষপ্রয়োগের চেষ্টা বিফল হইয়া থাকে।

আর্সিনিয়স্ য়্যাসিড্ কষ্টিক্ পটাশ্, সোডা, য়্যামোনিয়া প্রভৃতি ক্ষার-পদার্থ মাত্রেই সহজে দ্রব হয়। ফার্ম্মাকোপিয়াতে লাইকার্ আর্সেনিকেলিস্ (Liquor Arsenicalis) নামক যে ঔষধের উল্লেখ আছে, তাহা আর্সিনিয়স্ য়্যাসিড্ কার্ব্বনেট্ অব্ পটাশ্ নামক ক্ষার-পদার্থে দ্রব করিয়া প্রস্তুত হয়।

আর্সিনিয়স্ য়্যাসিড্ হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিডেও দ্রবণীয়; এইরূপে ফার্ম্মাকোপিয়ার লাইকার্ আর্সেনিসাই হাইড্রোক্লোরিকস্ (Liquor Arseneci Hydrochloricus) নামক ঔষধ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

আর্সিনিয়স্ য়্যাসিড্ স্বল্পমাত্রায় ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। ফেরি আর্সিনিয়স্ প্রভৃতি কতিপয় আর্সেনিক্ সংযুক্ত ধাতব-যৌগিকও ঔষধরূপে প্রয়োগ করা হয়।

আর্সিনিয়স্ য়্যাসিড্ একটী ভয়ানক বিষাক্ত পদার্থ। স্বল্পমাত্রায় ইহা ঔষধরূপে ব্যবহৃত হইলেও অধিক মাত্রায় শরীর মধ্যে বিষের ক্রিয়া প্রদর্শন করে। এই বিষ সেবন করিলে প্রথমতঃ পাকাশয়ের যন্ত্রণা উপস্থিত হয় পরে ক্রমাগত বমন ও ভেদ হইয়া থাকে এবং ওলাউঠা রোগের সমস্ত লক্ষণ প্রকাশ পাইয়া পরিশেষে মৃত্যু উপস্থিত হয়। খাদ্যদ্রব্যের সহিত এই বিষ মিশ্রিত করিয়া গোপনে হত্যাকাণ্ড সাধনের দৃষ্টান্ত বিরল নহে। আত্মহত্যা সাধনোদ্দেশেও সেঁকো বিষ অনেক সময়ে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এতদ্ভিন্ন এ দেশীয় চর্ম্মকারেরা অকিঞ্চিৎকর চর্ম্ম লাভের প্রত্যাশায় এই বিষ প্রয়োগে অসংখ্য গোহত্যা সাধন করিয়া থাকে। ইন্দুর ধ্বংস করিবার জন্য সেঁকো, হরিতাল প্রভৃতি ব্যবহৃত হয় এবং এই উদ্দেশ্য সাধনের জন্য রফ্ অন্ র্যাট্স্ (Rough on Rats), ডেথ্ টু র্যাট্স্ (Death to Rats) প্রভৃতি সেঁকো-মিশ্রিত পদার্থ বাজারে বিক্রীত হয়। পাছে সোডা, লবণ প্রভৃতি শ্বেতবর্ণ ঔষধ বা ভক্ষ্যদ্রব্যের পরিবর্ত্তে ভ্রমক্রমে আর্সেনিক্ সেবিত হয় তজ্জন্য ইহা কয়লা, নীলবড়ি বা অন্য কোন রঙ্গিন্ পদার্থ দ্বারা রঞ্জিত হইয়া বিক্রীত হইয়া থাকে।

আর্সেনিক্ য়্যাসিড্ (Arsenic Acid, As_2O_5)—ইহা আর্সেনিকের অক্সিজেন্-মিশ্রিত অপর একটী যৌগিক। আর্সিনিয়স্ য়্যাসিড্ এবং উগ্র নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ একত্রে উত্তাপ প্রয়োগে শুষ্ক করতঃ পুনরায় অত্যধিক তাপ সংযোগ করিলে শ্বেতবর্ণ দানাবিশিষ্ট আর্সেনিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত হয়।

ইহা সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের সহিত মিশ্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে হরিদ্রাবর্ণ সল্ফাইড্ অব্ আর্সেনিক্ প্রস্তুত করে। নাইট্রেট্ অব্ সিল্ভারের দ্রাবণ সংযোগে পাটল বর্ণ আর্সিনেট অব্ সিল্ভার্ উৎপন্ন হয়।

আর্সেনিক্ সল্ফাইড্ (Arsenic Sulphide)—আর্সেনিক্ ও গন্ধক একত্রে মিলিত হইয়া আর্সেনিক্ ডাই-সল্ফাইড্ (As_2S_2) এবং আর্সেনিক্ ট্রাই-সল্ফাইড্ (As_2S_3) নামক দুইটী যৌগিক প্রস্তুত করে। প্রথমটী মনঃশিলা ও দ্বিতীয়টী হরিতাল নামে প্রসিদ্ধ। হরিতাল সচরাচর সেঁকোর পরিবর্ত্তে বিষরূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। খনিজ হরিতালের মধ্যে শতকরা প্রায়

লংক্লথ্‌ প্রভৃতি যে সকল অতি শুভ্র বস্ত্র আমরা ব্যবহার করি, তাহারা কোরা অবস্থায় ক্লোরিন্‌ বাষ্পের মধ্যে রক্ষিত হয়; এরূপে উদ্ভিজ্জাত কোরা রং নষ্ট হইয়া তাহারা বিমল শুভ্রত্ব প্রাপ্ত হয়।

খনিজ পদার্থঘটিত বর্ণের উপর ক্লোরিনের কোন ক্রিয়া নাই। ছাপার মসীর বর্ণ কয়লা (খনিজ পদার্থ) ঘটিত, এজন্য একখণ্ড ছাপা কাগজ ক্লোরিন্‌ মধ্যে রাখিলে অক্ষরগুলি নষ্ট হইবে না। কিন্তু ইংরাজী মসী দ্বারা কোন কাগজে লিখিয়া উহা ক্লোরিন্‌ বাষ্পের মধ্যে রাখিলে লেখা উঠিয়া যায়, কারণ ইংরাজী মসীর বর্ণ উদ্ভিজ্জাত।

৬৫ পরীক্ষা।—একখণ্ড ছাপা ও একখণ্ড হস্তলিখিত কাগজ জলে সিক্ত করিয়া একত্রে ক্লোরিন্‌ বাষ্পপূর্ণ বোতলে নিমজ্জিত কর। কিয়ৎক্ষণ পরে কাগজ দুই খানি বাহির করিয়া লইলে দেখিবে যে, ছাপার কাগজ যেরূপ ছিল সেইরূপই আছে কিন্তু হাতের লেখাগুলি উঠিয়া গিয়াছে।

এই বর্ণনাশ ক্রিয়াকে ইংরাজীতে ব্লীচিং (Bleaching) কহে। এই ক্রিয়ার নিমিত্ত ক্লোরিন্‌ বাষ্প ব্যবহৃত না হইয়া সচরাচর ব্লীচিং পাউডার্‌ (Bleaching Powder) নামক ক্লোরিনের যৌগিক ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

কলি চুণের মধ্যে ক্লোরিন্‌ বাষ্প প্রবেশ করাইয়া এই যৌগিক প্রস্তুত হয় এবং ইহাতে যে কোন দ্রাবক যোগ করিলেই ক্লোরিন্‌ বাষ্প নির্গত হয়, এমন কি বায়ুস্থিত কার্ব্বনিক্‌ য়্যাসিড্‌ সংস্পর্শেও এই পদার্থ হইতে অল্পে২ ক্লোরিন্‌ বাষ্প বহির্গত হইয়া থাকে। উদ্ভিজ্জবর্ণ-রঞ্জিত বস্ত্রাদি বর্ণহীন করিতে হইলে প্রথমতঃ ব্লীচিং পাউডারের দ্রাবণে উহাদিগকে সিক্ত করিয়া পরে যে কোন দ্রাবকের ক্ষীণ-দ্রাবণে নিমজ্জিত করিতে হয়।

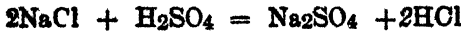
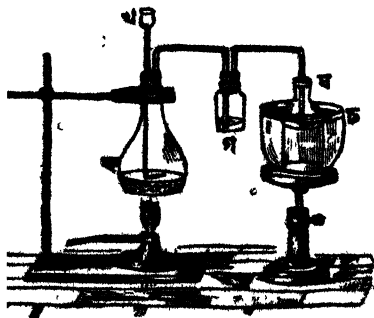
ক্লোরিন্‌ উৎকৃষ্ট দুর্গন্ধ-নিবারক এবং সংক্রামক রোগের বীজ-নাশক। যে স্থলে জান্তব পদার্থ পচিয়া উৎকট দুর্গন্ধ নির্গত হয়, তথায় একটী কাচপাত্রে কিয়ৎ পরিমাণ ক্লোরেট্‌ অব্‌ পটাশের সহিত উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্‌ য়্যাসিড্‌ মিশ্রিত করিলে ক্লোরিন্‌ বাষ্প উৎপন্ন হইয়া উক্ত দুর্গন্ধ নষ্ট করে। রোগীর গৃহে একখণ্ড বস্ত্র ব্লীচিং পাউডারের দ্রাবণে সিক্ত করিয়া টাঙ্গাইয়া রাখিলে ক্লোরিন্‌ বাষ্প অল্পে অল্পে নির্গত হইয়া দূষিত বায়ুকে পরিষ্কার করে। বিসূচিকা, বসন্ত প্রভৃতি সংক্রামক রোগগ্রস্থ ব্যক্তির শয্যা ও বস্ত্রাদি ক্লোরিনের দ্রাবণে ধৌত করিলে উহাদের সংক্রামকতা দোষ নষ্ট হয়।

হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ (Hydrochloric Acid)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন HCl, আণবিক গুরুত্ব ৩৬.৩৭।

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, হাইড্রোজেন্ ও ক্লোরিন্ এতদুভয়ের মধ্যে রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি অতি প্রবল। ১ আয়তন ক্লোরিন্ ১ আয়তন হাইড্রোজেনের সহিত অতি সহজে মিলিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক্ বাষ্প উৎপাদন করে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—সোডিয়ম্ ক্লোরাইডের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোক্লোরিক্ বাষ্প উৎপন্ন হয়; যথা—

$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$$

৬৬ পরীক্ষা।—একটী কাচকূপীর (৩৭শ চিত্র, ক) মধ্যে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্, উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ এবং অল্প পরিমাণ জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া একটী দ্বি-ছিদ্রবিশিষ্ট ছিপি দ্বারা উহার মুখ বন্ধ কর; একটী ছিদ্র মধ্যে একটী ফ্যানেল্‌যুক্ত কাচনল (খ) ও অপর ছিদ্রে একটী দ্বি-বক্র কাচনলের এক মুখ প্রবেশ করাও। গ-বোতলের মধ্যে অত্যল্প পরিমাণ জল রাখিয়া দ্বি-ছিদ্রবিশিষ্ট অপর একটী ছিপি দ্বারা উহার মুখ বন্ধ করতঃ পূর্ব্বোক্ত দ্বি-বক্র কাচনলের অপর মুখ তন্মধ্যে প্রবেশ করাইয়া জলমধ্যে নিমজ্জিত করিয়া রাখ এবং অপর ছিদ্র দ্বারা আর একটী দ্বি-বক্র কাচনলের এক মুখ অল্প পরিমাণে বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া দাও। একটী শুষ্ক কাচের বোতল (ঘ) জলপূর্ণ পাত্রে (চ) অর্দ্ধ নিমজ্জিত রাখিয়া শেষোক্ত দ্বিবক্র নলের অপর মুখটী তন্মধ্যে স্থাপন কর। এক্ষণে কূপীতে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প উৎপন্ন হইয়া গ-বোতলস্থিত জলে ধৌত হওতঃ গুরুতার হেতু

৩৭শ চিত্র।

ঘ-বোতলের বায়ুকে স্থানচ্যুত করিয়া তন্মধ্যে সঞ্চিত হইবে। হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিডের দ্রাবণ প্রস্তুত করিতে হইলে ঘ-বোতলে জল রাখিয়া তন্মধ্যে নলের মুখটী ঈষৎ নিমজ্জিত করিয়া দিলে হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া দ্রাবণ প্রস্তুত করিবে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ প্রকৃত পক্ষে একটী অদৃশ্য বর্ণ-হীন বাষ্প, কিন্তু আর্দ্র বায়ু সংস্পর্শে ইহা শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে নয়নগোচর হয়। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং জলে অতি সহজে দ্রবণীয়। ব্রিটিশ্ ফার্ম্মাকোপিয়াতে যে উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিডের উল্লেখ আছে তাহাও জল-মিশ্রিত; ইহাতে শতকরা প্রায় ৭০ ভাগ হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প বিদ্যমান থাকে; ইহা তীব্র গন্ধ-যুক্ত। এই উগ্র দ্রাবকের ১ ভাগ ও ৪ ভাগ জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া ফার্ম্মাকোপিয়ার জল-মিশ্রিত (Diluted) হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত হয়।

আমরা সচরাচর যে হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ দেখিতে পাই তাহা হরিদ্রা-বর্ণের; প্রস্তুত করিবার সময় লৌহের সহিত মিশ্রিত থাকে বলিয়া ইহা এইরূপ বর্ণ ধারণ করে। এতদ্ব্যতীত আর্সেনিক্ প্রভৃতি অপর কয়েকটী ধাতুও ইহার সহিত মিশ্রিত থাকে। এই সকল দূষিত পদার্থ দুরীভূত করিয়া বর্ণহীন, বিশুদ্ধ, তরল হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত হইয়া থাকে।

হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ লৌহ, দস্তা প্রভৃতি কয়েকটী ধাতুর সহিত একত্রিত হইলে হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে; যথা—

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$$

দস্তা ও হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে, তাহা পূর্ব্বে বিস্তারিত রূপে বর্ণিত হইয়াছে (১০৯ পৃষ্ঠা দেখ)।

পারদ, রৌপ্য, টিন্, স্বর্ণ, প্লাটিনম্ প্রভৃতি কতকগুলি ধাতুর উপর হাইড্রো-ক্লোরিক্ য়্যাসিড্ কোন ক্রিয়া প্রদর্শন করে না। এই দ্রাবক ধাতব অক্সাইডের সহিত একত্রিত হইয়া উক্ত ধাতুর ক্লোরাইড্ প্রস্তুত করে; অক্সিজেন্-প্রদায়ক কোন পদার্থের সহিত একত্রিত হইলে ক্লোরিন্ বাষ্প উদগত হয়।

হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। হাইড্রো-ক্লোরিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প সংস্পর্শে বৃক্ষ লতাদি শুষ্ক ও বিবর্ণ হইয়া যায়। সোডি-

রস্ কার্বনেট্ প্রস্তুতকালীন এই বাষ্প প্রচুর পরিমাণে উৎপন্ন হয়; যাহাতে ইহা কারখানার চিম্নি হইতে নির্গত হইয়া নিকটবর্ত্তী স্থানের বৃক্ষ ও শস্যাদি নষ্ট করিতে না পারে তন্নিবারণ হেতু ইংলণ্ডে একটী আইন প্রচলিত আছে।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। নাইট্রেট্ অব্ সিল্‌ভার সংযোগে শ্বেতবর্ণ সিল্‌ভার ক্লোরাইড্ প্রস্তুত হয়; ইহা য়্যামোনিয়াতে দ্রবণীয়।

২। ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্‌সাইডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ক্লোরিন্ বাষ্প নির্গত হয়।

নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্।—৩ ভাগ হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ ও ১ ভাগ নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিলে এই দ্রাবক উৎপন্ন হয়। ইহার অপর একটী নাম য়্যাকোয়া রিজিয়া (Aqua Regia), কারণ স্বর্ণ ও প্লাটিনম্ নামক দুইটী শ্রেষ্ঠ ধাতু ইহা ভিন্ন অন্য কোন দ্রাবকে দ্রব হয় না। স্বর্ণ বা প্লাটিনম্ ধাতু এই দ্রাবকের সহিত একত্রিত হইলে ক্লোরিন্ বাষ্প উৎপন্ন হইয়া উক্ত ধাতুদ্বয়ের ক্লোরাইড্ প্রস্তুত করে এজন্য উহারা এই দ্রাবকে দ্রব হইয়া যায়।

৩ ভাগ উগ্র নাইট্রিক্ য়্যাসিড্, ৪ ভাগ উগ্র হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ ও ২৫ ভাগ জল একত্রে মিশ্রিত করিলে ব্রিটিশ্ ফার্ম্মাকোপিয়ার জল-মিশ্রিত নাইট্রো-হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত হয়।

ক্লোরেট্ (Chlorates)—ক্লোরিন্ অক্সিজেন্ ও ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া উক্ত ধাতুর ক্লোরেট্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে; ইহাদিগের মধ্যে পোটাসিয়ম্ ধাতুর ক্লোরেট্ই শিল্প ও ঔষধার্থে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

ক্লোরেট্‌দিগের সাধারণ ধর্ম্ম এই যে, উত্তপ্ত হইলে বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন্ বাষ্প উৎপাদন করে। অক্সিজেন্ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত সচরাচর ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ব্যবহৃত হয় ইহা পূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে। ক্লোরেট্ হইতে সহজে অক্সিজেন্ নির্গত হয় বলিয়া উহা অক্সিজেন্-গ্রাহক দাহ্য পদার্থের সহিত মিশ্রিত হইলে একটী স্ফোটন-শীল মিশ্র-পদার্থ উৎপন্ন হয়, সামান্য আঘাতেই এই মিশ্র পদার্থের সশব্দে স্ফোটন হইয়া থাকে; এই কারণে ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ "তুঁই পটকা" প্রভৃতি বালকদিগের ক্রীড়নক আতসবাজী নির্ম্মাণে ব্যবহৃত হয়, উহারা সজোরে ভূমিতে আঘাতিত হইলে ভয়ঙ্কর শব্দ উৎপাদন করে।

ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ গন্ধকের সহিত একত্রে গুঁড়াইলে সশব্দ-স্ফোটন উপস্থিত হইয়া পুড়িয়া যাইবার সম্ভাবনা ; এজন্য আতসবাজী প্রস্তুত করিবার সময় এই দুই পদার্থ কখনই একত্রে গুঁড়া করা উচিত নহে।

৬৭ পরীক্ষা।—একটী বড় হামামদিস্তার মধ্যে কিয়ৎ পরিমাণ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ও গন্ধক একত্রে রাখিয়া একখানি পুরু কাগজ উহার উপর চাপা দাও, কাগজের উপর একটী ছিদ্র করতঃ হামামদিস্তার দণ্ডটী তন্মধ্যে প্রবেশ করাইয়া উভয় দ্রব্য সজোরে পেষণ কর ; গন্ধক ও ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ মিলিত হইয়া শব্দ উৎপাদন করিবে।

ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ও য়্যাণ্টিমনি সল্‌ফাইড্ (সুর্ম্মা) একত্রে শিরীস বা অন্য আঠাল পদার্থের সহিত মিশ্রিত করিয়া বিলাতী দেশলাইয়ের কাঠির মুখে লাগান হয় এবং বাক্সের দুই পার্শ্বে লোহিত ফস্‌ফরাস্ (Red or Amorphous Phosphorus) মাখান দুই খানি কাগজ আঁটা থাকে। দেশলাইয়ের কাঠি এই কাগজে ঘসিলেই জ্বলিয়া উঠে—অন্য কোথাও ঘসিলে জ্বলে না, সুতরাং অকস্মাৎ অগ্ন্যুৎপাতেরও আশঙ্কা থাকে না। এজন্য ইংরাজীতে এরূপ দেশলাইকে সেফ্‌টী ম্যাচ্ (Safety match) কহে।

৬৮ পরীক্ষা।—অল্প পরিমাণ ক্লোরেট্ অব্ পটাশ্ ও য়্যাণ্টিমনি সল্‌ফাইড্ সাবধানে মিশ্রিত করিয়া একটী কাগজের মোড়ক প্রস্তুত কর। মোড়কটী একখণ্ড লৌহের উপর স্থাপন করতঃ হাতুড়ি দ্বারা সজোরে আঘাত করিলে, শব্দ উৎপন্ন হইবে।

যে কোন ক্লোরেটের সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত করিলে হরিদ্রাবর্ণ স্ফোটন-শীল ক্লোরিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প ($HClO_3$) নির্গত হয়। সামান্য উত্তাপ সংস্পর্শেই এই বাষ্পের সশব্দ স্ফোটন হইয়া থাকে।

হাইপোক্লোরস্ য়্যাসিড্ (Hypochlorous Acid, $HClO$)—

পূর্ব্বেই উক্ত হইয়াছে যে, কলি চুণের সহিত ক্লোরিন্ মিশ্রিত হইলে ব্লীচিং পাউডার্ নামক যৌগিক উৎপন্ন হয়। ইহাতে ক্যাল্‌সিয়ম্ ক্লোরাইড্ ($CaCl_2$) ও ক্যাল্‌সিয়ম্ হাইপোক্লোরাইট্ ($CaClO$) নামক দুইটী যৌগিক একত্রে মিশ্রিত থাকে।

কষ্টিক্ পটাশের ক্ষীণ দ্রাবণের সহিত ক্লোরিন্ বাষ্প মিশ্রিত হইলে ব্লীচিং পাউডারের ন্যায় পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ ও পোটাসিয়ম্ হাইপোক্লোরাইট্ মিশ্রিত একটী যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয়।

এই সকল হাইপোক্লোরাইটের সহিত কোন দ্রাবক মিশ্রিত করিলে হাইপো-ক্লোরস্ য়্যাসিড্ উৎপন্ন হয়। ক্লোরিন্ বাষ্পের ন্যায় এই দ্রাবকেরও উদ্ভিজ্জ-বর্ণ নাশ করিবার ক্ষমতা আছে।

ক্লোরিক্ ও হাইপোক্লোরস্ য়্যাসিড্ ব্যতীত ক্লোরিন্, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া ক্লোরস্ য়্যাসিড্ (Chlorous Acid, $HClO_2$) ও পার্ক্লোরিক্ য়্যাসিড্ (Perchloric Acid, $HClO_4$) নামক আর দুইটী দ্রাবক প্রস্তুত করে। নিম্নে এই সকল দ্রাবকের নাম ও সাঙ্কেতিক চিহ্ন একত্রে লিখিত হইল। হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিডের সহিত ইহাদিগের তুলনা করিলে দেখা যায় যে এক পরমাণু অক্সিজেন্ সংযোগ দ্বারা ইহারা পর্য্যায়ক্রমে একটী হইতে আর একটী প্রস্তুত হইয়া থাকে; যথা—

HCl	...	হাইড্রোক্লোরিক্	য়্যাসিড্।
$HClO$	...	হাইপোক্লোরস্	,,
$HClO_2$	...	ক্লোরস্	,,
$HClO_3$	...	ক্লোরিক্	,,
$HClO_4$	...	পার্ক্লোরিক্	,,

অক্সিসেন্-যুক্ত ক্লোরিন্ যৌগিক।

ক্লোরিন্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না। অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইলে ক্লোরিন্ মনক্স্যাইড্ (Chlorine Monoxide, Cl_2O) এবং ক্লোরিন্ পারক্সাইড্ (Chlorine Peroxide, ClO_2) নামক দুইটী যৌগিক উৎপন্ন হয়। ইহারা সহজেই ক্লোরিন্ ও অক্সিজেন্ বাষ্পে বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়।

ব্রোমিন্ (Bromine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Br, পারমাণবিক গুরুত্ব ৭৯.৭৫।

১৮২৬ খ্রীষ্টাব্দে ব্যালার্ড এই মূল পদার্থ আবিষ্কার করেন।

ব্রোমিন্ অসংযুক্তাবস্থায় প্রকৃতি-মণ্ডলে প্রাপ্ত হওয়া যায় না; সোডিয়ম্ ও ম্যাগ্নেশিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া উক্ত ধাতুদ্বয়ের ব্রোমাইড্ রূপে সমুদ্রে

ও কতিপয় প্রস্রবণের জলে প্রাপ্ত হওয়া যায়। জর্ম্মনির অন্তঃপাতী ষ্টাস্‌ফর্ট নামক স্থানে খনির মধ্যে পোটাসিয়ম্ ক্লোরাইড্ নামক লবণের সহিত পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড্ যথেষ্ট পরিমাণে অবস্থিতি করে। এই পদার্থ হইতে ব্রোমিন্ বাহির করিতে হইলে প্রথমতঃ ইহার জল-মিশ্রিত দ্রাবণে ক্লোরিন্ বাষ্প প্রবেশ করাইয়া ইথর্ যোগ করতঃ আলোড়ন করিতে হয়। ইথরে ব্রোমিন্ সহজে দ্রব হয় এবং ইথর্ জল অপেক্ষা লঘু ও জলের সহিত মিশ্রিত হয় না বলিয়া উপরে ভাসিতে থাকে। ইথর্-মিশ্রিত ব্রোমিনের এই দ্রাবণ পৃথক্ করিয়া উহাতে কষ্টিক্ পটাশ্ যোগ করিলে পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড্ ও পোটাসিয়ম্ ব্রোমেট্ নামক দুইটী লবণ প্রস্তুত হয়; পরে এই দ্রাবণকে শুষ্ক করতঃ দগ্ধ করিলে পোটাসিয়ম্ ব্রোমেট্ বিশ্লিষ্ট হইয়া পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইডে পরিণত হয়; এক্ষণে দগ্ধাবশিষ্ট পদার্থে (পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড্) উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ যোগ করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ব্রোমিন্ রক্তবর্ণ বাষ্পরূপে নির্গত হয়; যথা—

$$2KBr + 2H_2SO_4 + MnO_2 = K_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + 2Br$$

এই বাষ্প শীতল করিলে ব্রোমিন্ রক্তবর্ণ তরল পদার্থের আকারে পাত্রে সঞ্চিত হয়।

৬৯ পরীক্ষা।—একটী কাচকুপীর মধ্যে পোটাসিয়ম্ ব্রোমাইড্, ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে ব্রোমিন্ বাষ্পরূপে নির্গত হয়। কাচকুপীর মুখ বক্র কাচনল সংযুক্ত ছিপি দ্বারা বদ্ধ করতঃ নলের অপর মুখ বরফ-জলে অর্দ্ধ-নিমজ্জিত একটী শুষ্ক কাচের বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে ব্রোমিনের রক্তবর্ণ বাষ্প শৈত্যসংযোগে তরলাকার ধারণ করে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ব্রোমিন্ কৃষ্ণাভ রক্তবর্ণ তরল পদার্থ ও জল অপেক্ষা অতিশয় ভারী। ইহা সহজ তাপ-মাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয় এজন্য বোতলের ছিপি খুলিলে রক্তবর্ণ বাষ্প নির্গত হয়। ইহার গন্ধ অতীব উগ্র, অল্পমাত্রায় নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাস-কৃচ্ছ্র ও অধিক মাত্রায় শ্বাস-পথের প্রদাহ উপস্থিত হয় এবং শ্বাস-রোধ হইয়া মৃত্যু ঘটিয়া থাকে।

সহজ তাপ-মাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয় বলিয়া ব্রোমিন্ বোতলের মধ্যে জলের সহিত একত্রে রক্ষিত হয়; জল উপরে থাকে বলিয়া উহা বাষ্পে পরিণত হইতে

পারে না। ব্রোমিন্ জলে কিয়ৎ পরিমাণে দ্রবণীয়। কতকগুলি ধাতুর সহিত ইহা সতেজে মিলিত হইয়া উহাদিগের ব্রোমাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। যে কোন ব্রোমাইডের দ্রাবণে ক্লোরিন্ ওয়াটার্ যোগ করিলে ব্রোমিন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে এবং দ্রাবণটী রক্তবর্ণ ধারণ করে। শৈত্য-সংযোগে ব্রোমিন্ নিরেট অবস্থায় আনীত হইয়াছে।

হাইড্রোব্রোমিক্ য়্যাসিড্ (Hydrobromic Acid, HBr)

ব্রোমিন্ ও হাইড্রোজেনের মিলনে এই দ্রাবক উৎপন্ন হয়; কিন্তু ইহারা সহজে মিলিত হয় না। পোটাসিয়ম্ বা সোডিয়ম্ ব্রোমাইডের সহিত ফস্ফরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত হইলে হাইড্রোব্রোমিক্ য়্যাসিড্ উৎপন্ন হয়। সচরাচর ফস্ফরাস্, ব্রোমিন্ ও জল একত্রে মিশ্রিত করিয়া সামান্য উত্তাপ সংযোগে এই দ্রাবক প্রস্তুত করা হয়।

হাইড্রোব্রোমিক্ য়্যাসিড্ অদৃশ্য বর্ণহীন বাষ্প। আর্দ্র বায়ুমধ্যে ইহা শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে নয়নগোচর হয়। ইহা জলে অতিশয় দ্রবণীয়; জল-মিশ্রিত দ্রাবক ঔষধ রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই দ্রাবক বেসের সহিত মিলিত হইয়া ব্রোমাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত করে; পোটাসিয়ম্ ধাতুর ব্রোমাইড্ ঔষধ ও ফটোগ্রাফির জন্য বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

আইওডিন্ (Iodine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন I, পারমাণবিক গুরুত্ব ১২৬.৫৩।

আইওডিন্ অসংযুক্তাবস্থায় প্রকৃতি-মণ্ডলে প্রাপ্ত হওয়া যায় না। ব্রোমিনের ন্যায় ইহা সোডিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া লবণের খনির মধ্যে স্বল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে। সমুদ্র-জাত এক প্রকার গুল্ম (Sea weed) হইতে ইহা প্রচুর পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। এই গুল্ম সংগ্রহপূর্ব্বক শুষ্ক করতঃ দগ্ধ করিলে ভস্ম মধ্যে সোডিয়ম্ আইওডাইড্ নামক আইওডিনের একটী যৌগিক বিদ্যমান থাকে। এই যৌগিক পদার্থ জলে দ্রব করিয়া দ্রাবণ মধ্যে ক্লোরিন্ বাষ্প প্রবেশ করাইলে যৌগিক হইতে আইওডিন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে সুতরাং দ্রাবণটী

রক্তবর্ণ ধারণ করে। এই দ্রাবণের সহিত ইথর্ আলোড়িত করিলে আইওডিন্ ইথরে দ্রব হইয়া দ্রাবণের উপরে ভাসিতে থাকে। এক্ষণে এই আইওডিন্-মিশ্রিত ইথর্‌কে পৃথক্ করিয়া উহাতে কষ্টিক্ পটাশের দ্রাবণ যোগ করিলে পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ ও পোটাসিয়ম্ আইওডেট্ নামক দুইটী লবণ প্রস্তুত হয়। এই দ্রাবণ শুষ্ক করিয়া দগ্ধ করিলে শুদ্ধ পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ অবশিষ্ট থাকে। পরে এই পদার্থকে ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্সাইড্ ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে আইওডিন্ বেগুণী বর্ণের বাষ্পাকারে নির্গত হয়—উক্ত বাষ্পকে শীতল করিলে উহা কৃষ্ণবর্ণ নিরেট স্ফটিকাকার আই-ওডিনে পরিণত হয়।

$$2KI + 2H_2SO_4 + MnO_2 = K_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + 2I$$

৭০ পরীক্ষা। একটী কাচকূপীর মধ্যে পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্, উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ ও ম্যাঙ্গানীজ্ ডাই-অক্‌সাইড্ একত্রে মিশ্রিত করিয়া একটী বক্র কাচনল সংযুক্ত ছিপি দ্বারা কূপীর মুখ বদ্ধ করতঃ উত্তাপ প্রয়োগ কর এবং নলের অপর মুখ শীতল জলে স্থাপিত একটী শুষ্ক বোতলের মধ্যে রাখ। আইওডিন্ বেগুণী বর্ণের বাষ্পাকারে শুষ্ক বোতলের মধ্যে প্রবেশ করতঃ শৈত্য সংযোগে দানার আকার ধারণ করিবে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—আইওডিন্ ধূসরাভ-কৃষ্ণবর্ণ দানা-যুক্ত নিরেট পদার্থ। ইহা সামান্য উত্তাপেই দ্রবীভূত হয় এবং তৎকালে উহা হইতে বেগুণী বর্ণের ধূম উদ্গত হইয়া থাকে। সহজ তাপ-মাত্রাতেও ইহা হইতে বেগুণীবর্ণের ধূম নির্গত হয়। আইওডিন্ জলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয় কিন্তু সুরা-সার, ক্লোরোফর্ম্ম, কার্ব্বন্ বাই-সলফাইড্ ইথর্ এবং পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের জল-মিশ্রিত দ্রাবণে অতি সহজেই দ্রব হইয়া থাকে। ক্লোরোফর্ম্ম্ বা কার্ব্বন্ ডাই সল্‌ফাইডে আইও-ডিন্ দ্রব হইলে উক্ত দ্রাবণ সুন্দর বেগুণী বর্ণ ধারণ করে।

আইওডিন্ সর্ব্বদা ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়। টিংচার্ আইওডিন্, লিনিমেণ্ট্ আইওডিন্ প্রভৃতি ঔষধগুলি শোধিত সুরা, আইওডিন্ ও আইওডাইড্ অব্ পোটাসিয়ম্ সংযোগে প্রস্তুত হইয়া বাহ্যপ্রয়োগের নিমিত্ত বহুল পরিমাণে ব্যব-হৃত হয়।

আইওডিন্ সংযোগে শ্বেত-সার (Starch) নীলবর্ণ ধারণ করে।

৭১ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষানলে অল্প পরিমাণ শ্বেত-সার জলের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে শ্বেত-সারের দ্রাবণ প্রস্তুত হইবে। এই দ্রাবণ শীতল করিয়া উহাতে

আইওডিনের দ্রাবণ যোগ করিলে নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হইবে, শ্বেত-সার ও আইওডিনের মিশ্রণে এই নীলবর্ণ পদার্থ উৎপন্ন হয়। শ্বেত-সারের দ্রাবণ উষ্ণ থাকিলে আইওডিন্ সংযোগে নীলবর্ণ ধারণ করে না।

আইওডিন্ সংযুক্তাবস্থায় থাকিলে প্রথমতঃ ক্লোরিন্ ওয়াটার্ যোগ করিয়া আইওডিন্‌কে মুক্ত করিতে হয়, পরে শ্বেত-সারের দ্রাবণ যোগ করিলে ইহা পূর্ব্ববৎ ক্রিয়া প্রদর্শন করে।

৭২ পরীক্ষা।—একটী পরীক্ষানলে পোটাসিয়ম্ আইওডাইডের দ্রাবণ লইয়া তাহাতে ক্লোরিন্ ওয়াটার্ যোগ করিলে আইওডিন্ মুক্ত হইবে এবং দ্রাবণটী রক্তবর্ণ ধারণ করিবে। এক্ষণে ইহাতে শ্বেত-সারের দ্রাবণ যোগ করিলে পূর্ব্ব নীলবর্ণ পদার্থ অধঃস্থ হইবে।

স্বরূপ নিরূপণ।—১। শ্বেত-সারের দ্রাবণ আইওডিন্ সংযোগে নীলবর্ণ ধারণ করে।

২। আইওডিনের দ্রাবণের সহিত ক্লোরোফর্ম্ম্ বা কার্ব্বন্ ডাই-সল্‌ফাইড্ আলোড়ন করিলে উহারা বেগুণী বর্ণ ধারণ করিয়া তলদেশে স্থিত হয়।

৩। আইওডিনে উত্তাপ প্রয়োগ করিলে দ্রব হয় ও বেগুণী বর্ণের ধূম নির্গত হইতে থাকে।

হাইড্রিয়ডিক্ য়্যাসিড্ (Hydriodic Acid, HI)—আইওডিন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রিয়ডিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত করে। যে কোন আইওডাইড্ জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে হাইড্রিয়ডিক্ য়্যাসিড্ উৎপন্ন হয়। সচরাচর ফস্‌ফরাস্ ট্রাই-আইওডাইড্ ও জল একত্রিত করিয়া এই দ্রাবক প্রস্তুত হইয়া থাকে ; যথা—

$$PI_3 + 3H_2O = 3HI + H_3PO_4$$

ফস্‌ফরাস্, আইওডিন্ ও জল একটী পাত্রে একত্রে রাখিলে প্রথমতঃ ফস্‌ফরাস্ ট্রাই-আইওডাইড্ উৎপন্ন হয় পরে উহা জল সংযোগে হাইড্রিয়ডিক্ ও ফস্‌ফরিক্ য়্যাসিডে বিশ্লিষ্ট হইয়া পড়ে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—হাইড্রিয়ডিক্ য়্যাসিড্ অদৃশ্য বর্ণহীন বাষ্প ; আর্দ্র বায়ু সংস্পর্শে শ্বেতবর্ণ ধূমাকারে পরিণত হয়। ইহা সহজেই জলে দ্রবণীয়। বেসের সহিত মিলিত হইলে আইওডাইড্ নামক যৌগিক প্রস্তুত হয়। পোটাসিয়ম্ আইওডাইড্ একটী অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ঔষধ।

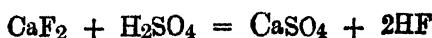
ফ্লোরিন্ (Fluorine)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Fl, পারমাণবিক গুরুত্ব ১৯.১।

প্রকৃতি-মণ্ডলে ফ্লোরিন্ সর্ব্বদা যুক্তাবস্থায় অবস্থিতি করে। ক্যাল্সিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ক্যাল্সিয়ম্ ফ্লোরাইড্ বা ফ্লুওস্পার্ (Fluospar) রূপে ইহা পৃথিবীর অনেক স্থলে প্রাপ্ত হওয়া যায়। ক্রাইওলাইট্ (Cryolite) নামক খনিজ পদার্থে ইহা সোডিয়ম্ ও য়্যালুমিনিয়মের সহিত মিলিত হইয়া অবস্থিতি করে। সম্প্রতি ময়সন্ নামক রসায়ন-তত্ত্ববিদ্ এই মূল পদার্থকে তাড়িত-প্রবাহ সংযোগে যৌগিক হইতে পৃথক্ করিয়া মুক্তাবস্থায় আনিতে সক্ষম হইয়াছেন।

ফ্লোরিন্ অতিশয় তেজস্কর বায়বীয় পদার্থ; প্রায় সমস্ত অঙ্গারক ও অনঙ্গারক পদার্থের সহিত ইহা সতেজে মিলিত হয়, কেবল অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কোন যৌগিক প্রস্তুত করে না। ফ্লোরিন্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রোফ্লোরিক্ য়্যাসিড্ নামক দ্রাবক প্রস্তুত করে; ইহা শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

হাইড্রোফ্লোরিক্ য়্যাসিড্ (Hydrofluoric Acid, HF)— ক্যাল্সিয়ম্ ফ্লোরাইডের সহিত উগ্র সল্ফিউরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে হাইড্রোফ্লোরিক্ য়্যাসিড্ বাষ্পাকারে নির্গত হয়; যথা—

$$CaF_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2HF$$

এই বাষ্প সংস্পর্শে কাচ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় বলিয়া প্ল্যাটিনম্ বা সীস-নির্ম্মিত পাত্রে ইহা প্রস্তুত ও সঞ্চিত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—এই বাষ্প অদৃশ্য ও তীব্র অম্ল-প্রতিক্রিয়া-সম্পন্ন। নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে শ্বাস-পথের প্রদাহ উপস্থিত হয় এজন্য ইহা সাবধানে প্রস্তুত করা উচিত। এই দ্রাবকের প্রধান ধর্ম্ম এই যে, কাচের সহিত একত্রিত হইলে কাচ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়; এজন্য ইহা কাচের উপর লিখিবার, অঙ্কপাত করিবার বা কোন চিত্র আঁকিবার জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে। পূর্ব্বে উক্ত হইয়াছে যে, তাপমান যন্ত্রের উপর অঙ্কপাত করিবার নিমিত্ত হাইড্রোফ্লোরিক্

য়্যাসিড্‌ ব্যবহৃত হয়। কাচের উপর লিখিতে হইলে প্রথমতঃ গলিত মোমের দ্বারা উহাকে আবৃত করিতে হয়; পরে সূচিকা দ্বারা মোম ভেদ করতঃ কাচের উপর ইচ্ছামত লিখিয়া কাচখানি কিয়ৎক্ষণ হাইড্রোক্লোরিক্‌ য়্যাসিড্‌ বাষ্প মধ্যে ধারণ করিলে অথবা উহার দ্রাবণ তদুপরি ঢালিয়া দিলে কাচের যে যে স্থান হইতে মোম উঠিয়া গিয়াছে সেই সেই স্থান এই দ্রাবক সংযোগে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। পরে টার্পিন্‌ তৈল দ্বারা কাচের উপর হইতে মোম তুলিয়া ফেলিলে অক্ষর বা চিহ্নগুলি সুস্পষ্ট খোদিত হইয়াছে দেখা যায়।

এইরূপে বায়ুমান-যন্ত্র, হাইড্রোমিটার্‌, মাপের গ্ল্যাস প্রভৃতিও উপরোক্ত প্রক্রিয়ানুসারে অঙ্কিত হইয়া থাকে।

ক্লোরিন্‌, ব্রোমিন্‌, আইওডিন্‌ ও ফ্লোরিন্‌ এই চারিটী মূল পদার্থ এক শ্রেণী-ভুক্ত; ইহা হালোজেন্‌ শ্রেণী (Halogen Group) নামে অভিহিত। পারমাণবিক গুরুত্বের প্রভেদের সহিত ইহাদিগের ভৌতিক ও রাসায়নিক ধর্ম্মের যে প্রভেদ দেখিতে পাওয়া যায় তাহা প্রত্যেকটীর আলোচনার সময় বর্ণিত হইয়াছে।

নবম পরিচ্ছেদ।

সল্ফর্ (Sulphur)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন S, পারমাণবিক গুরুত্ব ৩১.৯৮।

গন্ধক অসংযুক্ত অবস্থায় বহুল পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। সিসিলী দ্বীপে আগ্নেয়-গিরির সন্নিকটে ইহা প্রচুর পরিমাণে থাকিতে দেখা যায়। ব্যবসায়ীরা এই সকল স্থান হইতে গন্ধক সংগ্রহ করিয়া ভিন্ন ভিন্ন দেশে বিক্রয়ার্থ প্রেরণ করে। এতদ্ব্যতীত গন্ধক অনেকানেক ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ধাতব সল্‌ফাইড্ রূপে ভূগর্ভে অবস্থিতি করে। লৌহ, সীস্ ও তাম্রের সল্‌ফাইড্ অন্যান্য ধাতব সল্‌ফাইড্ অপেক্ষা অধিক পরিমাণে খনির মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায়। গন্ধক, ধাতু ও অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সল্‌ফেট্ নামক যৌগিকের আকারে পৃথিবীর উপরিভাগে ও আকর মধ্যে দৃষ্ট হয়। ক্যাল্‌সিয়ম্ সল্‌ফেট্ বা জিপ্সম্ (Gypsom), বেরিয়ম্ সল্‌ফেট্ বা হেভিস্পার্ (Heavy Spar), লেড্ সল্‌ফেট্ প্রভৃতি খনিজ সল্‌ফেট্ দিগের মধ্যে প্রধান।

গন্ধক জীব ও উদ্ভিদ্‌শরীরে অঙ্গার, হাইড্রোজেন্ প্রভৃতি মূল পদার্থের সহিত মিলিত হইয়া অল্প পরিমাণে অবস্থিতি করে। আগ্নেয়-গিরি হইতে যে দ্রবীভূত পদার্থ নিঃসৃত হয়, তন্মধ্যে সল্‌ফিউরস্ য়্যাসিড্ এবং সল্‌ফিউরিটেড্ হাইড্রোজেন্ নামক গন্ধকের দুইটী যৌগিক বিদ্যমান থাকে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—গন্ধক যখন আকর হইতে উত্তোলিত হয় তখন মৃত্তিকা এবং অন্যান্য পদার্থ উহার সহিত মিশ্রিত থাকে। এই সকল পদার্থ পৃথক্ করিবার নিমিত্ত গন্ধকের তালগুলি উপর্য্যুপরি স্তূপাকারে সাজাইয়া উহার বহিঃপ্রদেশ এরূপে আবৃত করিতে হয় যাহাতে অভ্যন্তরে বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে। পরে স্তূপের নিম্নদেশে অগ্নিসংযোগ করিলে গন্ধক জ্বলিতে থাকে এবং সেই উত্তাপে স্তূপের অন্যান্য অংশস্থিত গন্ধকের তাল হইতে গন্ধক দ্রব হইয়া নিম্নে রক্ষিত পাত্রমধ্যে সঞ্চিত হয়। বায়ু প্রবেশের পথ রুদ্ধ না করিয়া গন্ধক জ্বালাইলে উহা বায়ুস্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া

সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ নামক বাষ্পে পরিণত হয় এবং এইরূপে অনেক গন্ধক নষ্ট হইয়া যায়।

এইরূপে প্রাপ্ত গন্ধক বিশুদ্ধ করিতে হইলে তাপ-সংযোগে পরিস্রুত করিয়া লইতে হয়। বৃহদাকার মৃত্তিকা বা লৌহ নির্ম্মিত পাত্রের মধ্যে গন্ধক রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উহা বাষ্পাকারে পরিণত হইয়া সন্নিকটে স্থাপিত ইষ্টক-নির্ম্মিত শীতল গৃহমধ্যে আগমন করে; তথায় শৈত্যসংযোগে ঘনীভূত হইয়া তরলাকার ধারণ করে। পরে উহাকে কাঠের ছাঁচে ঢালিয়া শীতল করিলে নিরেট গন্ধকের বাতি (Roll Sulphur) প্রস্তুত হয়। সচরাচর গন্ধক এই আকারেই বাজারে বিক্রীত হইয়া থাকে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—গন্ধক হরিদ্রাবর্ণ ভঙ্গ-প্রবণ নিরেট পদার্থ। ১১৫°C তাপ-মাত্রায় ইহা ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ তরলাকারে পরিণত হয় এবং অধিকতর তাপ-সংযোগে গাঢ় কৃষ্ণাভ-রক্তবর্ণ ধারণ করে। ২০০° হইতে ২৫০°C তাপ-মাত্রার মধ্যে উহা এত গাঢ় হয় যে, পাত্র নিম্নমুখ করিলেও অভ্যন্তরস্থ গন্ধক গড়াইয়া পড়ে না। ইহাপেক্ষা অধিকতর তাপ-মাত্রায় উহা পুনরায় তরলত্ব প্রাপ্ত হয় এবং ৪৪০°C এ ফুটিয়া হরিদ্রাবর্ণ বাষ্পে পরিণত হয়।

জল ও অঙ্গারের ন্যায় গন্ধকেরও ত্রিবিধ রূপ দেখিতে পাওয়া যায়। আগ্নেয়-গিরির সন্নিধানে যে গন্ধক অবস্থিতি করে, তাহা অষ্ট-কোণ-বিশিষ্ট স্ফটিকাকার (Octahedral Crystal)। গন্ধককে দ্রব করিয়া শীতল করিলে পর সুচিকাকারে দানা বাঁধিয়া যায়; ইহাই গন্ধকের দ্বিতীয় রূপান্তর। গন্ধক গলাইয়া শীতল জলে ঢালিলে রবরের ন্যায় কোমল পিচ্ছিল বর্ত্তুলাকার ধারণ করে। ইহাকে ইংরাজীতে প্ল্যাষ্টিক্‌ সল্‌ফর্‌ (Plastic Sulphur) কহে। ইহা কিয়ৎক্ষণ বায়ুমধ্যে অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে কঠিন ও ভঙ্গ-প্রবণ হয়; ইহাই গন্ধকের তৃতীয় রূপান্তর।

গন্ধককে উত্তাপ সংযোগে বাষ্পে পরিণত করিয়া সত্বর অধিক শীতল করিলে উহা অতি ক্ষুদ্র গোলাকার কণারূপে জমিয়া যায়, ইহাকে আম্‌লাসা গন্ধক (Flowers of Sulphur) কহে।

গন্ধক দাহ্য পদার্থ—অগ্নি সংযুক্ত হইলে নীল বর্ণ শিখা নিঃসৃত হইয়া জ্বলিতে থাকে, এবং জ্বলিবার সময় বায়ু-স্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ নামক তীব্রগন্ধযুক্ত শ্বাসাবরোধক বাষ্প উৎপাদন করে।

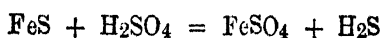
গন্ধক জলে অদ্রবণীয়; সুরা-সার এবং ইথরে ইহা সামান্য পরিমাণে দ্রব হয়। কার্ব্বন্‌ ডাই-সল্‌ফাইড্‌ নামক উদ্বেয় তরল পদার্থে ইহা সহজেই দ্রব হইয়া থাকে।

গন্ধক উত্তাপসংযোগে ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া ধাতব সল্‌ফাইড্‌ প্রস্তুত করে। তাম্র বা লৌহের সহিত গন্ধককে একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে উক্ত ধাতুদ্বয়ের কৃষ্ণবর্ণ সল্‌ফাইড্‌ প্রস্তুত হয়। খনিজ লৌহ-সল্‌ফাইড্‌কে আয়রণ্‌ পাইরাইটিস্‌ (Iron pyrites, FeS) কহে।

হাইড্রোজেন্‌-যুক্ত গন্ধক যৌগিক।

সল্‌ফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ (H_2S)—অত্যধিক তাপ-মাত্রায় গন্ধকের সহিত হাইড্রোজেন্‌ একত্রিত হইলে উভয়ে মিলিত হইয়া এই বাষ্প উৎপাদন করে। কতিপয় খনিজ-জল মধ্যে সলফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ দ্রব হইয়া থাকে। গন্ধক-সংযুক্ত অঙ্গারক পদার্থ পচিলে অথবা উহাকে দগ্ধ করিলে এই বাষ্প নির্গত হয়। এতদ্ব্যতীত আগ্নেয়-গিরি-নিঃসৃত বাষ্প মধ্যেও ইহা অবস্থিতি করে।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—যে কোন ধাতব সল্‌ফাইডের সহিত সল্‌ফিউরিক্‌ বা হাইড্রোক্লোরিক্‌ য়্যাসিড্‌ মিশ্রিত করিলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয়; যথা—

$$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$$

৭৩ পরীক্ষা।—একটী কাচকুপীর (৩৮শ চিত্র, ক) অভ্যন্তরে আয়রণ্‌ সল্‌ফাইড্‌ রাখিয়া ফ্যানেল্‌-যুক্ত নল (খ) দ্বারা জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌ তন্মধ্যে চালিয়া দাও; সল্‌-

৩৮শ চিত্র।

ফিউরেটেড্‌ হাইড্রোজেন্‌ বাষ্প নির্গত হইয়া একটী দ্বি-বক্র কাচনল (গ) দ্বারা জল-পূর্ণ বোতলের (ঘ) মধ্যে নীত হইলে ধৌত হইয়া আর একটী দ্বি-বক্র কাচনল (চ) দ্বারা জল-পূর্ণ

অপর একটী বৃহৎ পাত্রের (ছ) মধ্যে প্রবেশ করতঃ জলে দ্রব হইয়া সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের দ্রাবণ প্রস্তুত করে।

সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ বাষ্পাকারে সঞ্চয় করিতে হইলে উষ্ণজলপূর্ণ নিম্নমুখ বোতলের মধ্যে প্রবেশ করাইতে হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ইহা অদৃশ্য ও পচা ডিমের ন্যায় ভয়ানক দুর্গন্ধযুক্ত। অধিক মাত্রায় নিশ্বাসের সহিত গৃহীত হইলে বিষলক্ষণ প্রকাশ পায়। জলে ইহা সহজেই দ্রবণীয়।

সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ বাষ্প বা উহার জল-মিশ্রিত দ্রাবণ ল্যাবরেটারিতে পরিচায়ক (Reagent) রূপে সর্ব্বদা ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কতকগুলি ধাতুর যৌগিক এই পরিচায়কের সহিত মিশ্রিত হইলে ধাতুভেদে ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের সল্‌ফাইড্ প্রস্তুত করে; কিন্তু অনেক ধাতুর যৌগিকের উপর ইহা কোন ক্রিয়া প্রদর্শন করে না। এইরূপে কতকগুলি ধাতুকে এই বাষ্প দ্বারা অপরাপর ধাতু হইতে পৃথক্ করা যায়; সুতরাং ধাতু-পরীক্ষার নিমিত্ত ইহা একটী অতীব প্রয়োজনীয় পরিচায়ক।

৭৪ পরীক্ষা।—সীস, পারদ, আর্সেনিক, য়্যাণ্টিমণি, টিন্, ক্যাড্‌মিয়ম্, লৌহ, জিঙ্ক্, ক্যাল্‌সিয়ম্ ও পোটাসিয়ম্ ধাতুর প্রত্যেকটীর কোন যৌগিক জলে দ্রব করিয়া এক একটী টেষ্ট্ গ্লাসে পৃথক্ করিয়া রাখ; পরে সকল দ্রাবণেই অল্প পরিমাণ হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত করিয়া সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ যোগ কর। সীস ও পারদের কৃষ্ণবর্ণ, আর্সেনিক্, টিন্ ও ক্যাড্‌মিয়মের হরিদ্রাবর্ণ এবং য়্যাণ্টিমণির কমলালেবু বর্ণের সল্‌ফাইড্ অধঃস্থ হইবে কিন্তু লৌহ, জিঙ্ক্ ক্যাল্‌সিয়ম্ বা পোটাসিয়মের যৌগিকে কোন পরিবর্ত্তন দৃষ্ট হইবে না।

সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ দাহ্য পদার্থ, দাহক নহে। জলন্ত বাতি এই বাষ্প-পূর্ণ বোতলের মধ্যে নিমজ্জিত হইলে নির্ব্বাপিত হয় কিন্তু বোতলের মুখে বাষ্প জ্বলিতে থাকে।

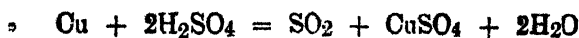
পিত্তল ও রৌপ্য নির্ম্মিত সামগ্রী সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংস্পর্শে শীঘ্র কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

অক্সিজেন্-যুক্ত গন্ধক যৌগিক।

গন্ধক ও অক্সিজেন্ মিলিত হইয়া সল্ফর্ ডাই-অক্সাইড্ (SO_2) এবং সল্ফর্ ট্রাই-অক্সাইড্ (SO^3) নামক দুইটী যৌগিক প্রস্তুত করে।

সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ (Sulphur Di-Oxide, SO_2)—গন্ধক বায়ু বা অক্সিজেন্‌ মধ্যে দগ্ধ হইলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয়। আগ্নেয়-গিরির গহ্বর হইতে এই বাষ্প প্রচুর পরিমাণে উদ্গত হয়।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—সচরাচর তাম্রপাত ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌ একত্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে এই বাষ্প উৎপন্ন হয়; যথা—

$$Cu + 2H_2SO_4 = SO_2 + CuSO_4 + 2H_2O$$

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ বাষ্প অদৃশ্য বর্ণহীন ও উগ্র-গন্ধযুক্ত; ইহা জলে অতি সহজেই দ্রবণীয় এবং ক্লোরিনের ন্যায় উদ্ভিজ্জবর্ণ নাশক। পশম ও রেসম নির্ম্মিত বস্ত্রাদি ক্লোরিন্‌ বাষ্প সংস্পর্শে নষ্ট হইয়া যায় বলিয়া সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ উহাদিগকে বর্ণহীন করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। ইহা পচননিবারক (Antiseptic); মাংস প্রভৃতি খাদ্যদ্রব্য যাহাতে শীঘ্র পচিয়া নষ্ট না হইয়া যায় তজ্জন্য এই বাষ্পমধ্যে রক্ষিত হয়। দ্রাক্ষা প্রভৃতি ফলের রস সহজেই গাঁজিয়া উঠে কিন্তু এই দ্রাবক মিশ্রিত হইলে উহাদিগের গাঁজন নিবারিত হয়।

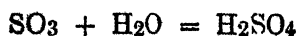
এই বাষ্প জল-মিশ্রিত হইলে সল্‌ফিউরস্‌ য়্যাসিড্‌ নামক দ্রাবক প্রস্তুত হয় এবং বেসের সহিত মিলিত হইয়া সল্‌ফাইট্‌ (Sulphite) নামক যৌগিক উৎ-পাদন করে। গাঁজন নিবারণের নিমিত্ত অনেক সময়ে সল্‌ফিউরস্‌ য়্যাসিডের পরিবর্ত্তে কতকগুলি সল্‌ফাইট্‌ ব্যবহৃত হয়।

-১০°C তাপ-মাত্রায় ইহা তরলাকার ধারণ করে। অত্যধিক চাপ সংযোগে সহজ তাপ-মাত্রাতেও তরলাবস্থা প্রাপ্ত হয়। চাপের আধিক্য ও অত্যধিক শৈত্যসংযুক্ত হইলে ইহা নিরেট আকারে পরিণত হয়। তরল সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সা-ইড্‌ অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে অতি শীঘ্র বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় এবং এরূপে এত অধিক শৈত্য উৎপাদিত হয় যে উহার সহিত জল মিশ্রিত থাকিলে তাহা বরফ হইয়া জমিয়া যায়।

সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ বাষ্প প্রধানতঃ সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

সল্‌ফর্‌ ট্রাই-অক্সাইড্‌ (Sulphur Tri-Oxide, SO_3)—সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না কিন্তু এই বাষ্প ও

অক্সিজেন্ একত্রে লোহিতোত্তপ্ত স্পঞ্জি প্ল্যাটিনম্ ধাতুর (Spongy Platinum) মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইলে উভয়ে মিলিত হইয়া সল্‌ফর্ ট্রাই-অক্সাইড্ নামক অক্সিজেন্ মিশ্রিত গন্ধকের একটা তরল যৌগিক প্রস্তুত করে এবং শীতল হইলে উহা শ্বেতবর্ণ চিক্কণ সূচিকার আকারে দানা বাঁধে। ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত করে ; যথা—

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ (Sulphuric Acid, H_2SO_4)—যদিও সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ সহজে অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয় না, তথাপি জল ও নাইট্রিক্ য়্যাসিডের সহিত এই বাষ্প একত্রিত হইলে নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া সল্‌ফর্ ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয় এবং ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত করে ; যথা—

$$2SO_2 + H_2O + 2HNO_3 = 2H_2SO_4 + N_2O_3$$

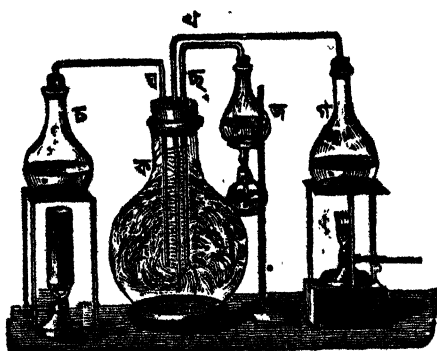
এস্থলে দেখা যাইতেছে যে, সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সঙ্গে ২ নাইট্রোজেন্ ট্রাই-অক্সাইড্ (N_2O_3) বাষ্পও উৎপন্ন হইয়াছে; এই বাষ্পের ধর্ম্ম এই যে ইহা বায়ু-মিশ্রিত হইলে বায়ু হইতে অক্সিজেন্ গ্রহণ করিয়া পুনরায় নাইট্রোজেন্ টেট্রক্সাইডে পরিণত হয় সুতরাং সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইডের সহিত পুনশ্চ মিলিত হইলে অক্সিজেন্ প্রদান করিয়া উহাকে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডে পরিবর্ত্তিত করে। এই জন্য যে পাত্রমধ্যে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত হয়, তন্মধ্যে বায়ুও প্রবাহিত হইলে একই পরিমাণ নাইট্রিক্ য়্যাসিড্ বাষ্প সাহায্যে সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প হইতে যত ইচ্ছা তত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত করা যাইতে পারে।

সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয় ; এই উদ্দেশ্যে যে প্রণালীমতে এই দ্রাবক প্রস্তুত হইয়া থাকে তাহা নিম্নে বর্ণিত হইল।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—আয়রণ্ পাইরাইটীস্ (FeS) নামক লৌহ ও গন্ধক মিশ্রিত খনিজপদার্থ লৌহনির্ম্মিত রুদ্ধপাত্রে দগ্ধ করিয়া সল্‌ফর্ ডাই-অক্সাইড্ বাষ্প প্রস্তুত হয়। এই বাষ্প সীসের পাত দ্বারা আবৃত একটী বৃহৎ গৃহমধ্যে নলসংযোগে নীত হয়। পোটাসিয়ম্ নাইট্রেট্ ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ অপর

পাত্রে একত্রে মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে নাইট্রিক্‌ য়্যাসিড্‌ বাষ্পাকারে নির্গত হয়, ইহাও সীসাবৃত গৃহমধ্যে নলসংযোগে আনীত হইয়া থাকে। আর একটী পাত্রে জল ফুটাইয়া জল-বাষ্পও নল দ্বারা উক্ত গৃহ মধ্যে প্রবেশ করাইতে হয় এবং গৃহমধ্যে বায়ু প্রবেশের নিমিত্ত একটী চিম্‌নি গৃহ হইতে ঊর্দ্ধে উত্থিত থাকে। এক্ষণে সীসাবৃত গৃহে উপরোক্ত পদার্থ সমূহের মধ্যে রাসায়নিক সম্মিলন উপস্থিত হইয়া সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌ প্রস্তুত হয় এবং গৃহের তলদেশে জল-মিশ্রিত হইয়া সঞ্চিত হয়। গৃহমধ্যে সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ প্রথমতঃ নাইট্রিক্‌ য়্যাসিডের বাষ্প হইতে অক্সিজেন্‌ গ্রহণ করিয়া সল্‌ফর্‌ ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয় এবং নাইট্রিক্‌ য়্যাসিডের বাষ্পকে নাইট্রোজেন্‌ ট্রাই-অক্সাইডে পরিবর্ত্তিত করে। সল্‌ফর্‌ ট্রাই-অক্সাইড্‌ জল-বাষ্পের সহিত মিলিত হইয়া সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিডে পরিণত হয়। নাইট্রোজেন্‌ ট্রাই-অক্সাইড্‌ বায়ু হইতে পুনরায় অক্সিজেন্‌ গ্রহণ করিয়া পূর্ব্বাবস্থা প্রাপ্ত হয় এবং অক্সিজেন্‌ প্রদান করিয়া সল্‌ফর্‌ ডাই-অক্সাইড্‌কে পুনরায় সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিডে পরিণত করে। গৃহমধ্যে এইরূপে ক্রমাগত সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌ প্রস্তুত হইয়া তলদেশে সঞ্চিত হয়।

এই প্রণালীমতে যেরূপে সল্‌ফিউরিক্‌ য়্যাসিড্‌ প্রস্তুত হইয়া থাকে, নিম্নলিখিত চিত্র দেখিলে তাহা সহজে বোধগম্য হইবে।

৩৯শ চিত্র।

৭৫ পরীক্ষা।—(ক) একটী বৃহৎ কাচকুপী; ৪টী ছিদ্রযুক্ত একটী ছিপি দ্বারা উহার মুখ বদ্ধ। তিনটী অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্রায়তন কাচকুপী (গ, চ, জ) তিনটী কাচের বক্র নল, (খ, ঘ, ছ)

দ্বারা উহার সহিত সংযুক্ত; ছিপির ৪র্থ ছিদ্র উন্মুক্ত থাকে, তন্মধ্য দিয়া কূপীর মধ্যে বায়ু প্রবেশ করে। এই বৃহৎ কূপীটী পূর্ব্বোক্ত সীসাবৃত গৃহ বলিয়া মনে করিতে হইবে।

(গ) কাচ কূপীতে তাম্র ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্, (চ) তে পোটাসিয়ম্ নাইট্রেট্ ও উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ এবং তৃতীয়টীর (জ) মধ্যে জল রাখিয়া তিনটীতেই উত্তাপ প্রয়োগ করিলে প্রথমটী হইতে সল্‌ফিউরস্ য়্যাসিড্ বাষ্প, দ্বিতীয়টী হইতে নাইট্রিক্ য়্যাসিডের বাষ্প এবং তৃতীয়টী হইতে জল-বাষ্প বৃহৎ কাচকূপী (ক) মধ্যে প্রবেশ করিবে—তথায় বায়ুর সহিত একত্রে মিলিত হইয়া সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ উৎপাদন করে।

সীসাবৃত গৃহমধ্যে সঞ্চিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত জল অধিক পরিমাণে মিশ্রিত থাকে বলিয়া প্রথমতঃ উহাকে সীসনির্ম্মিত কটাহে অগ্নির উত্তাপে অপেক্ষাকৃত ঘন করিয়া লইতে হয়, পরে প্ল্যাটিনম্ বা কাচপাত্রে উত্তাপ সংযোগে সমধিক ঘন করিয়া লইলে উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত হয়; অঙ্গারক পদার্থ মিশ্রিত থাকে বলিয়া ইহা ঈষৎ হরিদ্রা বর্ণ দেখায়। এতদ্ব্যতীত সীস, লৌহ, আর্সেনিক্ প্রভৃতি অপর কয়েকটী পদার্থও অল্প পরিমাণে ইহার সহিত মিশ্রিত থাকে; এই সকল পদার্থ পৃথক্ করিয়া লইলে বিশুদ্ধ সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ প্রস্তুত হয়।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—বিশুদ্ধ উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ বর্ণ ও গন্ধবিহীন এবং তৈলের ন্যায় গাঢ় পদার্থ। ইহা জল অপেক্ষা ১⅘ গুণ ভারী সুতরাং জলপূর্ণ পাত্রে ঢালিলে উহার তলদেশে স্থিত হয়। জলের সহিত ইহার প্রবল রাসায়নিক আকর্ষণী শক্তি আছে; উভয়ে একত্রিত হইলে এত অধিক উত্তাপ উৎপাদন করিয়া মিলিত হয় যে, পাত্রটী কাচ বা পোর্সিলেন্ নির্ম্মিত হইলে ভাঙ্গিয়া যাইবার সম্ভাবনা। একারণ এই য়্যাসিডের সহিত জল সাবধানে মিশ্রিত করা উচিত। প্রথমতঃ সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ কোন কাচপাত্রে রাখিয়া সাবধানে উহার উপর জল ঢালিয়া কাচদণ্ড দ্বারা আলোড়ন করিলে উভয়ে অল্পে অল্পে মিলিত হয় সুতরাং কোনরূপ অনিষ্টের আশঙ্কা থাকে না।

জলের সহিত এই দ্রাবকের এরূপ প্রবল আকর্ষণী শক্তি আছে বলিয়া উহা অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে বায়ুস্থিত জল-বাষ্পকে শোষণ করে। ডেসিকেটর্ (Dessicater) নামক যে যন্ত্র আর্দ্র বস্তুকে শুষ্ক করিবার নিমিত্ত ল্যাবরেটারিতে ব্যবহৃত হয়, তাহার মধ্যে সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ থাকিয়া জল শোষণের কার্য্য করে।

কোন অঙ্গারক পদার্থ উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। অধিকাংশ অঙ্গারক পদার্থ অঙ্গার, অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেনের মিলনে উৎপন্ন। জলের সহিত প্রবল আকর্ষণী শক্তি হেতু সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ অঙ্গারক পদার্থ হইতে অক্সিজেন্ ও হাইড্রোজেন্ জলের আকারে টানিয়া লয়; সুতরাং অঙ্গারমাত্র অবশিষ্ট থাকে বলিয়া পদার্থটী কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। উত্তাপ সংযোগে এই পরিবর্ত্তন শীঘ্র সংঘটিত হইয়া থাকে।

৭৬ পরীক্ষা।—একটী পোর্সিলেন্ পাত্রে চিনি রাখিয়া উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ যোগ করিলে চিনি শীঘ্র কৃষ্ণবর্ণ হইয়া যায়।

৭৭ পরীক্ষা। একখণ্ড কাগজের উপর উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ দ্বারা রেখা পাত করিয়া ঈষৎ উত্তপ্ত করিলে দ্রাবকাঙ্কিত স্থানগুলি কৃষ্ণবর্ণ হইয়া যায়।

জল-মিশ্রিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ প্রথমতঃ এরূপ প্রতিক্রিয়া প্রদর্শন করে না কিন্তু অঙ্গারক পদার্থ উহার সহিত মিশ্রিত হইয়া উত্তপ্ত হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। ইহার কারণ এই যে, উত্তাপ সংযোগে জল-মিশ্রিত দ্রাবকের জলীয় ভাগ অপসৃত হইয়া যায় সুতরাং উহা উগ্র দ্রাবকে পরিণত হইয়া অঙ্গারক পদার্থকে কৃষ্ণবর্ণ করে।

বেসের সহিত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ মিশ্রিত হইয়া যে সকল যৌগিক প্রস্তুত করে, তাহাদিগকে সল্‌ফেট্ (Sulphate) কহে। কতকগুলি সল্‌ফেট্ জলে সহজেই দ্রবণীয়; যথা—য়্যামোনিয়ম্ সল্‌ফেট্, জিঙ্ক্ সল্‌ফেট্, কপার্ সল্‌ফেট্ ইত্যাদি। অপর কতকগুলি সল্‌ফেট্ জলে অদ্রবণীয়, যেমন বেরিয়ম্ সল্‌ফেট্, লেড্ সল্‌ফেট্ ইত্যাদি। অদ্রবণীয় সল্‌ফেট্‌দিগের মধ্যে বেরিয়ম্ সল্‌ফেট্ যে শুদ্ধ জলে অদ্রবণীয় তাহা নহে, ইহা হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ প্রভৃতি দ্রাবক সংযোগেও দ্রব হয় না; এজন্য বেরিয়ম্ ধাতুর যৌগিক জলে দ্রব করিয়া সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের স্বরূপ নিরূপণের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়।

সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ বিবিধ শিল্পকার্য্যে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। সোডা ব্যতিরেকে সাবান বা কাচ প্রস্তুত হইতে পারে না—সোডা সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ সাহায্যে প্রস্তুত হইয়া থাকে। হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্, নাইট্রিক্ য়্যাসিড্, ক্লোরিন্, ব্রোমিন্, আইওডিন্ প্রভৃতি পদার্থ সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্

সাহায্যে উৎপন্ন হয়। পেট্রোলিয়ম্ বিশুদ্ধ-করণ ও কৃত্রিম সার প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ ব্যবহৃত হয়।

স্বরূপ নিরূপণ। ১। বেরিয়ম্ ক্লোরাইড্ সংযোগে শ্বেতবর্ণ বেরিয়ম্ সল্‌ফেট্ প্রস্তুত হয়, ইহা হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিডে অদ্রবণীয়।

২। সীস-যৌগিকের জল-মিশ্রিত দ্রাবণ সংযোগে শ্বেতবর্ণ লেড্ সল্‌ফেট্ প্রস্তুত হয়।

৩। অঙ্গারক পদার্থ উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত একত্রিত হইলে কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে।

কার্ব্বন্-যুক্ত গন্ধক যৌগিক।

কার্ব্বন্ ডাই-সল্‌ফাইড্। (Carbon Di-Sulphide, CS_2)—কার্ব্বন্ ও গন্ধক অত্যধিক উত্তাপ সংযোগে মিলিত হইয়া কার্ব্বন্ ডাই-সল্‌ফাইড্ প্রস্তুত হয়। ইহা বর্ণহীন, দুর্গন্ধযুক্ত, উদ্বেয়, তরল পদার্থ; অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে অতি শীঘ্র উড়িয়া যায় ও সমধিক শৈত্য উৎপাদন করে। গন্ধক, ফস্‌ফরাস্, আইওডিন্ প্রভৃতি পদার্থ কার্ব্বন্ ডাই-সল্‌ফাইডে সহজেই দ্রব হয়।

সিলিনিয়ম্ (Selenium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Se, পারমাণবিক গুরুত্ব ৭৮।

এই পদার্থ প্রকৃতি-মণ্ডলে যুক্ত ও অসংযুক্ত উভয়বিধ অবস্থাতেই প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহা গন্ধকের সহিত মিলিত হইয়া কতিপয় খনিজ যৌগিক মধ্যে অবস্থিতি করে।

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—সিলিনিয়ম্ চূর্ণ দেখিতে লোহিত বর্ণ। ধর্ম্ম সম্বন্ধে গন্ধকের সহিত ইহার সৌসাদৃশ্য লক্ষিত হয়। গন্ধকের ন্যায় ইহাও উজ্জ্বল নীলবর্ণ শিখা ধারণ করতঃ জ্বলিয়া থাকে, দগ্ধকালে গন্ধকের ন্যায় বায়ু-স্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সিলিনিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ (SeO_2) নামক যৌগিক প্রস্তুত করে। সিলিনিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সিলিনিয়স্ য়্যাসিড্ উৎপন্ন হয়; ইহা সল্‌ফিউরস্ য়্যাসিডের অনুরূপ যৌগিক।

সিলিনিয়ম্ হইতে সিলিনিয়স্ য়্যাসিড্ ব্যতীত সিলিনিক্ য়্যাসিড্ নামক আর একটী দ্রাবক উৎপন্ন হয়। ইহা সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের অনুরূপ যৌগিক।

গন্ধকের ন্যায় সিলিনিয়ম্ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া সিলিনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ (H_2Se) নামক বাষ্প প্রস্তুত করে। এই বাষ্প বর্ণহীন, সহজ-দাহ্য ও দুর্গন্ধযুক্ত। সল্‌ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেনের সহিত ইহার অনেক সাদৃশ্য লক্ষিত হয়।

টেলিউরিয়ম্ (Tellurium)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Te, পারমাণবিক গুরুত্ব ১২৫।

টেলিউরিয়ম্ অতি দুষ্প্রাপ্য পদার্থ। ধাতুর সহিত অনেকাংশে ইহার সাদৃশ্য থাকিলেও ইহার রাসায়নিক ধর্ম্ম গন্ধক ও সিলিনিয়মের অনুরূপ, এজন্য ইহা ধাতুশ্রেণীভুক্ত না হইয়া গন্ধক ও সিলিনিয়মের সহিত অধাতব মূল পদার্থরূপে পরিগণিত হয়। এই পদার্থ স্বর্ণ ও অপরাপর ধাতুর সহিত মিশ্রিত হইয়া অবস্থিতি করে। গন্ধক ও সিলিনিয়মের ন্যায় ইহাও নীলাভ-হরিদ্বর্ণ শিখা বিস্তার পূর্ব্বক জ্বলিয়া থাকে; এইরূপে দগ্ধ হইলে টেলিউরিয়ম্ ডাই-অক্সাইড্ (TeO_2) নামক অক্সিজেন-মিলিত যৌগিক প্রস্তুত হয়। এতদ্ব্যতীত গন্ধক ও সিলিনিয়ম্ যৌগিকের অনুরূপ টেলিউরিক্ য়্যাসিড্ এবং টেলিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ নামক টেলিউরিয়মের অপর দুইটী যৌগিক আছে।

দশম পরিচ্ছেদ।

বোরন্ (Boron)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন B, পারমাণবিক গুরুত্ব ১১।

বোরন্ অসংযুক্তাবস্থায় প্রকৃতি মধ্যে প্রাপ্ত হওয়া যায় না। টস্কানি, কালিফর্ণিয়া প্রভৃতি যে সকল প্রদেশে আগ্নেয়গিরি আছে, তথায় বোরনের যৌগিক যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়।

বোরন্ ট্রাই-অক্সাইডের সহিত সোডিয়ম্ বা পোটাসিয়ম্ মিশ্রিত করিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে বোরন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে। সমধিক তাপ সংযোগে বোরন্ জ্বলিয়া থাকে, এবং অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া বোরন্ ট্রাই-অক্সাইড্ উৎপাদন করে। বোরন্ অতিশয় কঠিন পদার্থ, কাচের উপর টানিলে দাগ পড়ে।

বোরন্ ট্রাই-অক্সাইড্ (B_2O_3)—বোরন্ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া এই যৌগিক প্রস্তুত করে। ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া বোরাসিক্ বা বোরিক্ য়্যাসিড্ রূপে টস্কানি দেশের হ্রদ সমূহে প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে এবং সোডিয়ম্ ধাতুর সহিত মিলিত হইয়া সোহাগা (Borax) রূপে তিব্বত প্রদেশে ভূগর্ভ মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। টস্কানির হ্রদের জল তাপ সংযোগে ঘন করিলে বোরিক্ য়্যাসিড্ দানার আকারে পৃথক্ হইয়া পড়ে, পরে পরিষ্কৃত হইয়া বিক্রয়ার্থ ভিন্ন ভিন্ন দেশে নীত হয়।

বোরাসিক্ য়্যাসিড্ আঁইসের আকারের দানাবিশিষ্ট এবং মুক্তার ন্যায় চিক্কণ। অঙ্গুলি দ্বারা পেষণ করিলে মোমবাতির ন্যায় মসৃণ বোধ হয়। ইহা উষ্ণ অপেক্ষা শীতল জলে অধিক পরিমাণে দ্রবণীয় এবং আস্বাদনে ঈষদম্ল। হরিদ্রা মাখান কাগজ ইহার সংস্পর্শে পাটলবর্ণ ধারণ করে। ইহা শোধিত সুরায় দ্রব হয়। সুরাসার মিশ্রিত বোরাসিক্ য়্যাসিডের দ্রাবণ জ্বালাইলে শিখার অগ্রভাগ হরিদ্বর্ণ ধারণ করে।

সোহাগা (Borax)—বোরাসিক্ য়্যাসিডের উষ্ণ দ্রাবণে কার্ব্বনেট্ অব্ সোডা যোগ করিলে সোহাগা (Biborate of Soda, $Na_2B_4O_7$) প্রস্তুত হয়। ইহা বর্ণহীন ও স্ফটিকাকার এবং ঈষৎ ক্ষার-প্রতিক্রিয়া সম্পন্ন। দগ্ধকালীন প্রথমতঃ দ্রব হইয়া স্ফীত হয়; পরে অধিকতর উত্তাপ সংযোগে কাচের ন্যায় স্বচ্ছ আকার ধারণ করে।

সোহাগার সহিত উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিড্ ও শোধিত সুরা মিশ্রিত করিয়া অগ্নি সংযোগ করিলে যে শিখা উৎপন্ন হয়, তাহার পার্শ্বদেশ হরিদ্বর্ণে রঞ্জিত থাকে।

বোরাক্স্ এবং বোরাসিক্ য়্যাসিড্ ঔষধার্থে ব্যবহৃত হয়।

সিলিকন্ (Silicon)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন Si, পারমাণবিক গুরুত্ব ২৮।

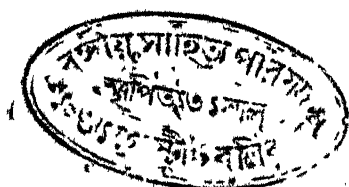
এই অধাতব পদার্থ কখনই অসংযুক্ত অবস্থায় থাকে না। ইহা অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া সিলিকা (বালুকা) রূপে পৃথিবীর সর্ব্বত্রই অপর্য্যাপ্ত পরিমাণে প্রাপ্ত হওয়া যায়। এতদ্ব্যতীত ইহা কোয়ার্টস্ (Quartz), এমিথিষ্ট্ (Amethyst) প্রভৃতি স্ফটিকাকার পদার্থ এবং অধিকাংশ প্রস্তরের উপাদান। তুলাদণ্ড নির্ম্মাণে যে য়্যাগেট্ প্রস্তর ব্যবহৃত হয় (৮১ পৃষ্ঠা দেখ), তাহাও সিলিকার রূপান্তর মাত্র। চকমকি প্রস্তরও ইহার ভিন্নরূপ ব্যতীত আর কিছুই নহে।

সোডিয়ম্ ধাতুকে সিলিসিক্ ক্লোরাইডের (SiCl) বাষ্প মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সিলিকন্ পৃথক্ হইয়া পড়ে। ইহা স্ফটিক ও দানাবিহীন এই উভয়বিধ আকারেই অবস্থিতি করে। ইহা দেখিতে ধূসর বর্ণ; বায়ু বা অক্সিজেন্ মধ্যে সমধিক উত্তপ্ত হইলে জ্বলিতে থাকে।

সিলিকা নামক সিলিকনের অক্সিজেন্-মিশ্রিত যৌগিক বেসের সহিত মিশ্রিত হইয়া সমধিক উত্তপ্ত হইলে ধাতব সিলিকেট্ প্রস্তুত করে। এই সকল সিলিকেট্‌দিগের মধ্যে সোডিয়ম্ ও পোটাসিয়ম্ ধাতুর সিলিকেট্ জলে দ্রবণীয় এবং কাচের ন্যায় স্বচ্ছ, এজন্য এই দুইটী সিলিকেট্ দ্রবণীয় কাচ (Soluble Glass)

নামে অভিহিত। ইহাদিগের জল-মিশ্রিত দ্রাবণে হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ যোগ করিলে শ্বেতবর্ণ সিলিসিক্ য়্যাসিড্ অধঃস্থ হয় এবং সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ ও হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ জলে দ্রব হইয়া থাকে। অতি পাতলা চর্ম্ম-নির্ম্মিত পাত্রের মধ্যে এই মিশ্র-পদার্থ রাখিয়া জলপূর্ণ পাত্রের উপর ভাসাইয়া দিলে সিলিকা চর্ম্ম-নির্ম্মিত পাত্রে অবস্থিতি করে কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ ও সোডিয়ম্ ক্লোরাইডের দ্রাবণ চর্ম্মের মধ্য দিয়া নির্গত হইয়া জলের সহিত মিশ্রিত হয়। এইরূপে সিলিকার ন্যায় কতকগুলি পদার্থকে সোডিয়ম্ ক্লোরাইড্ প্রভৃতি দানাবিশিষ্ট অপর পদার্থ হইতে চর্ম্মপাত্র সাহায্যে সহজেই পৃথক্ করা যায়। এই প্রণালীকে ইংরাজীতে ডায়ালিসিস্ (Dialysis) এবং চর্ম্মপাত্রকে ডায়ালাইজার্ (Dialyser) কহে। সিলিকার ন্যায় যে পদার্থ ডায়ালাইজার্ ভেদ করিয়া গমন করিতে পারে না তাহাদিগকে ইংরাজীতে কোলয়েড্ (Colloid) এবং দানাবিশিষ্ট যে পদার্থ সহজে তন্মধ্য দিয়া নির্গত হয় তাহাকে ক্রিষ্ট্যালয়েড্ (Crystalloid) কহে।

ক্ষার-ধাতুর সিলিকেট্ ক্যাল্সিয়ম্ বা লেড্ সিলিকেটের সহিত মিলিত হইয়া নানা প্রকারের কাচ প্রস্তুত করে। য়্যালুমিনিয়ম্ ধাতু বর্ণনা কালে এ বিষয়ের উল্লেখ করা যাইবে।

সিলিকন্ বা সিলিকা হাইড্রোফ্লোরিক্ য়্যাসিডের সহিত সহজে মিলিত হইয়া সিলিকন্ টেট্রা-ফ্লোরাইড্ (Silicon Tetra-Fluoride, SiO_4) নামক বায়বীয় যৌগিক পদার্থ উৎপাদন করে। এই কারণেই কাচ হাইড্রোফ্লোরিক্ য়্যাসিডের স্পর্শে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। ইহা জলের সহিত মিশ্রিত হইলে সিলিকা এবং হাইড্রো-ফ্লুয়ো-সিলিসিক্ য়্যাসিড্ নামক অপর একটী দ্রাবক উৎপন্ন হয়। একটী পরীক্ষা-নলের মধ্যে জল রাখিয়া তন্মধ্যে সিলিকন্ টেট্রা-ফ্লোরাইড্ প্রবেশ করাইলে এত অধিক সিলিকা পৃথক্ হয় যে জল জমাট বাঁধিয়া যায়।

একাদশ পরিচ্ছেদ।

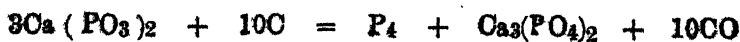
—o—

ফস্‌ফরাস্ (Phosphorus)

সাঙ্কেতিক চিহ্ন P, পারমাণবিক গুরুত্ব ৩০.৯১।

প্রকৃতিমণ্ডলে ফস্‌ফরাস্ যুক্তাবস্থায় প্রাপ্ত হওয়া যায় না। ইহা আক্সিজেন্ ও ক্যাল্‌সিয়মের সহিত মিলিত হইয়া ক্যাল্‌সিয়ম্ ফস্‌ফেট্ রূপে অস্থি মধ্যে, উদ্ভিজ্জগতে বীজের মধ্যে এবং ভূগর্ভে কতিপয় খনিজ পদার্থ মধ্যে প্রচুর পরিমাণে অবস্থিতি করে। অস্থি দগ্ধ হইলে যে শ্বেতবর্ণ পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তাহাই ক্যাল্‌সিয়ম্ ফস্‌ফেট্; ইহা হইতে ফস্‌ফরাস্ প্রস্তুত হয়। ফস্‌ফরাস্ মস্তিষ্ক ও স্নায়ুমণ্ডলীর একটী প্রধান উপাদান।

প্রস্তুতকরণ প্রণালী।—অস্থি-ভস্ম [Bone ash, $Ca_3(PO_4)_2$] উগ্র সল্‌ফিউরিক্ য়্যাসিডের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে ক্যাল্‌সিয়ম্ সল্‌ফেট্ ও ক্যাল্‌সিয়ম্ সুপার্ ফস্‌ফেট্ [$CaH_4(PO_4)_2$] নামক দুইটী লবণ প্রস্তুত হয়। ক্যাল্‌সিয়ম্ সল্‌ফেট্ শ্বেতবর্ণ চূর্ণরূপে অধঃস্থ হয় কিন্তু ক্যাল্‌সিয়ম্ সুপার্ ফস্‌ফেট্ জলের মধ্যে দ্রব হইয়া রহে। এই দ্রাবণ উত্তাপ সংযোগে ঘন করিয়া কয়লার সহিত একত্রে মিশ্রিত করতঃ মৃত্তিকা-নির্ম্মিত পাত্রে স্থাপন করিয়া পুনরায় উত্তাপ প্রয়োগ করিলে সুপার্ ফস্‌ফেট্ প্রথমতঃ মেটা-ফসফেটে [$Ca(PO_3)_2$] পরিণত হয় এবং ইহা হইতে ফস্‌ফরাস্ পরিস্রুত হইয়া বাষ্পাকারে নির্গত হয়। এই বাষ্প নল দ্বারা শীতল জলের মধ্যে প্রবেশ করাইলে ফস্‌ফরাস্ হরিদ্রাবর্ণ তরল পদার্থের আকারে পাত্রের তলদেশে জমাট বাঁধে, পরে ইহাকে ছাঁচে ঢালিয়া বাত্তির আকারে পরিণত করা হয়। ফস্‌ফরাস্ প্রস্তুত হইবার সময় যে রাসায়নিক প্রতিক্রিয়া উপস্থিত হয় তাহা নিম্নলিখিত সমীকরণ দ্বারা প্রদর্শিত হইতেছে:—

$$3Ca(PO_3)_2 + 10C = P_4 + Ca_3(PO_4)_2 + 10CO$$

ক্যাল্‌সিয়ম্ মেটা-ফস্‌ফেট্ | কার্ব্বন্ | ফস্‌ফরাস্ | ক্যাল্‌সিয়ম্ ট্রাই-ফস্‌ফেট্ | কার্ব্বন্ মনক্সাইড্

স্বরূপ ও ধর্ম্ম।—ফস্‌ফরাস্‌ দেখিতে ঈষৎ হরিদ্রাবর্ণ, মোমের ন্যায় কোমল। অনাবৃত অবস্থায় থাকিলে এই পদার্থ হইতে শ্বেতবর্ণ ধূম নির্গত হইতে থাকে, এবং অন্ধকার মধ্যে রাখিলে নীলবর্ণ আলোক নিঃসৃত হয়। ইহা অতি সহজ-দাহ্য পদার্থ; আঘাত বা সামান্য ঘর্ষণ জনিত উত্তাপেই—এমন কি শুদ্ধ হস্ত দ্বারা ধারণ করিলেই—ইহা জ্বলিয়া উঠে, এজন্য ইহা সাবধানে ব্যবহার করা কর্ত্তব্য। দগ্ধ হইবার সময় বায়ু-স্থিত অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া ফস্‌ফরাস্‌ পেণ্টক্সাইড্‌ (Phosphorus Pentoxide, P_2O_5) প্রস্তুত করে এবং নাইট্রোজেন্‌কে মুক্ত করিয়া দেয়। নাইট্রোজেন্‌ প্রস্তুত করিবার নিমিত্ত ফস্‌ফরাস্‌ ব্যবহৃত হয়, ইহা পূর্ব্বেই উল্লিখিত হইয়াছে।

ফস্‌ফরাস্‌ জলে দ্রবণীয় নহে কিন্তু তৈলে কিয়ৎপরিমাণে দ্রব হয়; কার্ব্বন্‌ ডাই-সল্‌ফাইড্‌ নামক তরল পদার্থে ইহা সহজেই দ্রব হয়। ইহা একটী বিষাক্ত পদার্থ।

সচরাচর ফস্‌ফরাস্‌ হরিদ্রা ও রক্তবর্ণ এই দ্বিবিধ আকারে দৃষ্ট হয়। রক্ত-বর্ণ ফস্‌ফরাস্‌ (Red or Amorphous Phosphorus) হরিদ্রাবর্ণ ফস্‌ফরাসের রূপান্তর মাত্র হইলেও ধর্ম্ম সম্বন্ধে উভয়ের মধ্যে সবিশেষ পার্থক্য লক্ষিত হয়। ইতিপূর্ব্বে কথিত হইয়াছে যে হরিদ্রাবর্ণ ফস্‌ফরাস্‌ অতি সামান্য উত্তাপেই জ্বলিয়া উঠে কিন্তু রক্তবর্ণ ফস্‌ফরাস্‌ ২৬০°C তাপমাত্রার নিম্নে জ্বলে না এবং এই তাপ-মাত্রায় ইহা হরিদ্রাবর্ণ ফস্‌ফরাসে পরিণত হইয়া জ্বলিতে থাকে। রক্ত-বর্ণ ফস্‌ফরাস্‌ কার্ব্বন্‌ ডাই-সল্‌ফাইডে দ্রবণীয় নহে।

হরিদ্রাবর্ণ ফস্‌ফরাস্‌কে হাইড্রোজেন্‌ বা কার্ব্বন্‌ ডাই-অক্সাইড্‌ বাষ্পমধ্যে রাখিয়া ২৪০°C এ উত্তপ্ত করিলে গাঢ় রক্তবর্ণ অস্বচ্ছ পদার্থে পরিণত হয়, ইহাই রক্তবর্ণ ফস্‌ফরাস্‌।

পূর্ব্বে দীপশলাকা প্রস্তুত করিবার জন্য হরিদ্রাবর্ণ ফস্‌ফরাস্‌ ব্যবহৃত হইত। প্রথমতঃ কাঠির মুখে গন্ধক বা প্যারাফিন্‌ মাখাইয়া পরে হরিদ্রাবর্ণ ফস্‌ফরাস্‌, ক্লোরেট্‌ বা নাইট্রেট্‌ অব্‌ পটাশ, মেটে সিন্দুর এবং শিরীস একত্রে মিশ্রিত করতঃ তন্মধ্যে কাঠির অগ্রভাগটী নিমজ্জিত করিয়া এই দীপশলাকা প্রস্তুত হইত। ইহাই লুসিফার্‌ ম্যাচ্‌ (Lucifer match) নামে পরিচিত। এইসকল দীপশলাকা যেখানে সেখানে ঘসিলে জ্বলিয়া উঠে, বিশেষতঃ শিশুগণ

৩০ ভাগ সেঁকো মিশ্রিত থাকে, এজন্য হরিতাল সেবন করিলেও শরীরে বিষলক্ষণ প্রকাশ পায়। ইহা রং দিবার জন্য এবং অন্যান্য শিল্পকার্য্যে ব্যবহৃত হয়। মনঃশিলাও কদাচঃবিষরূপে ব্যবহৃত হয়। দারমুজ নামক আর্সেনিকের গন্ধক-মিশ্রিত অপর একটী যৌগিকও কখন কখন বিষরূপে ব্যবহৃত হইতে দেখা যায়। আর্সেনিক্ ও হাইড্রোজেন্ একত্রে মিলিত হইয়া আর্সিনিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ (AsH_3) নামক এক ভয়ঙ্কর বিষাক্ত বাষ্প প্রস্তুত হয়। গেলেন্ (Gehlen) নামক বৈজ্ঞানিক এই বাষ্প আবিষ্কার করেন কিন্তু দুঃখের বিষয় এই যে এই বাষ্প সামান্য পরিমাণে অতর্কিত ভাবে আঘ্রাণ করিয়া তিনি মৃত্যুমুখে পতিত হইয়াছিলেন। দস্তা, সল্ফিউরিক্ য়্যাসিড্ ও আর্সেনিক্ যৌগিক একত্রে মিশ্রিত করিলে এই বাষ্প নির্গত হয়; ইহা দীপালোক সংযোগে নীলাভ শিখা ধারণ করিয়া জ্বলিতে থাকে। একখণ্ড পোর্সিলেন্ এই শিখার উপর ধারণ করিলে কৃষ্ণবর্ণ দাগ পড়ে; সোডিয়ম্ হাইপোক্লোরাইটের দ্রাবণ সংযোগে এই দাগ মিলাইয়া যায়। আর্সেনিকের স্বরূপ নিরূপণের নিমিত্ত এই পরীক্ষা ব্যবহৃত হয়; ইহা মার্সের পরীক্ষা (Marshe's Test) নামে প্রসিদ্ধ।

আর্সেনিকের স্বরূপ নিরূপণ।—সল্ফিউরেটেড্ হাইড্রোজেন্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ সল্ফাইড্ অব্ আর্সেনিক্ প্রস্তুত হয়। ইহা কষ্টিক্ সোডা বা পটাশ্, য়্যামোনিয়া ও য়্যামোনিয়ম্ সল্ফাইডের দ্রাবণে দ্রবণীয়।

২। য়্যামোনিয়া ও সিল্ভার্ নাইট্রেট্ সংযোগে হরিদ্রাবর্ণ আর্সেনাইট্ অব্ সিল্ভার্ উৎপন্ন হয়।

৩। য়্যামোনিয়া ও কপার্ সল্ফেট্ সংযোগে হরিদ্বর্ণ সিল্স্গ্রীন্ (Scheele's Green) প্রস্তুত হয়।

৪। আর্সেনিকের যে কোন যৌগিকের সহিত জল-মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক্ য়্যাসিড্ যোগ করিয়া তন্মধ্যে একখণ্ড উজ্জ্বল তাম্রপাত নিমজ্জিত করতঃ ফুটাইলে তাম্রপাতের উপর কৃষ্ণবর্ণ আবরণ পতিত হয়; এই আবরণ তাম্র ও আর্সেনিক্ এতদুভয়ের মিশ্রণে উৎপন্ন হয়। তাম্রপাত খানি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র খণ্ডে বিভক্ত করিয়া একটী শুষ্ক সরু ছোট পরীক্ষানলের মধ্যে রাখিয়া উত্তাপ প্রয়োগ করিলে নলের উর্দ্ধস্থিত শীতলাংশে আর্সিনিয়স্ য়্যাসিডের অষ্টকোণবিশিষ্ট স্ফটিকগুলি জমিয়া শুভ্র গোলাকার রেখা পাত করে; অণুবীক্ষণ-যন্ত্র সাহায্যে এই স্ফটিকগুলি পরিষ্কার রূপে দৃষ্ট হয়।

আর্সেনিকের স্বরূপ-নিরূপণের নিমিত্ত শেষোক্ত পরীক্ষাটী রায়েন্স্যে পরীক্ষা (Reinsch's Test) নামে প্রসিদ্ধ।

মার্সের মতে আর্সেনিক্ যেরূপে পরীক্ষিত হয় তাহা ইতি পূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে।

প্রথমভাগ সমাপ্ত।